

【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

狭帯域なオーディオ信号の符号化情報を有するビットストリームから広帯域なオーディオ信号を復号するオーディオ復号装置であって、

前記ビットストリームから前記符号化情報を分離するビットストリーム分離手段と、

分離された前記符号化情報から狭帯域なオーディオ信号を復号する復号手段と、

前記復号された狭帯域なオーディオ信号を複数の第 1 サブバンド信号に分割する分析フィルタバンクと、

少なくとも 1 つの前記第 1 サブバンド信号から、前記第 1 サブバンド信号の帯域より高い帯域の複数の第 2 サブバンド信号を生成する帯域拡張手段と、

前記第 2 サブバンド信号に発生するエイリアシング成分を抑制するために、前記第 2 サブバンド信号のゲインを調整するエイリアシング除去手段と、

前記第 1 サブバンド信号と前記第 2 サブバンド信号とを合成して広帯域なオーディオ信号を得る、実数演算の合成フィルタバンクとを備える、ことを特徴とするオーディオ復号装置。

【請求項 2】

狭帯域なオーディオ信号の符号化情報を有するビットストリームから広帯域なオーディオ信号を復号するオーディオ復号装置であって、

前記ビットストリームから前記符号化情報を分離するビットストリーム分離手段と、

分離された前記符号化情報から狭帯域なオーディオ信号を復号する復号手段と、

前記復号された狭帯域なオーディオ信号を複数の第 1 サブバンド信号に分割する分析フィルタバンクと、

少なくとも 1 つの前記第 1 サブバンド信号から、前記第 1 サブバンド信号の帯域より高い帯域の複数の第 2 サブバンド信号を生成する帯域拡張手段と、

前記帯域拡張手段により生成される前記複数の第 2 サブバンド信号のエイリアシング成分の発生度合いをそれぞれ検出するエイリアシング検出手段と、

前記エイリアシング成分を抑制するために、前記検出されたエイリアシング成分の発生度合いに基づいて、前記第 2 サブバンド信号のゲインを調整するエイリアシング除去手段と、

前記第 1 サブバンド信号と前記第 2 サブバンド信号とを合成して広帯域なオーディオ信号を得る、実数演算の合成フィルタバンクとを備える、ことを特徴とするオーディオ復号装置。

【請求項 3】

前記エイリアシング成分は、複素演算を行う合成フィルタバンクによる合成後には抑圧される成分を少なくとも含む、ことを特徴とする請求項 2 記載のオーディオ復号装置。

【請求項 4】

前記第 1 サブバンド信号は低域のサブバンド信号であり、前記第 2 サブバンド信号は高域のサブバンド信号である、ことを特徴とする請求項 2 記載のオーディオ復号装置。

【請求項 5】

前記エイリアシング検出手段は、前記複数の第 1 サブバンド信号の周波数分布の傾きを表すパラメータを用いてエイリアシング成分の発生度合いを検出する、ことを特徴とする請求項 4 記載のオーディオ復号装置。

【請求項 6】

前記エイリアシング検出手段は、隣接する 2 つのサブバンドの周波数分布の傾きを表すパラメータを評価し、前記 2 つのサブバンド間におけるエイリアシング発生度合いを検出する、ことを特徴とする請求項 5 に記載のオーディオ復号装置。

【請求項 7】

前記エイリアシング検出手段は、隣接する 3 つのサブバンドの周波数分布の傾きを表すパラメータを評価し、前記 3 つのサブバンド間におけるエイリアシング発生度合いを検出する、ことを特徴とする請求項 5 に記載のオーディオ復号装置。

【請求項 8】

前記周波数分布の傾きを表すパラメータは反射係数である、ことを特徴とする請求項 5 記載のオーディオ復号装置。

【請求項 9】

前記ビットストリームは、狭帯域なオーディオ信号の符号化情報と、前記狭帯域を広帯域に拡張する補助情報とを含み、

前記補助情報は、前記第 1 サブバンド信号の帯域より高い帯域の信号の特徴を示す高域成分情報を含み、

前記ビットストリーム分離手段はさらに前記ビットストリームから前記補助情報を分離し、

10

前記帯域拡張手段は、少なくとも 1 つの前記第 1 サブバンド信号と前記補助情報の高域成分情報から、前記第 1 サブバンド信号の帯域より高い帯域の複数の第 2 サブバンド信号を生成する、ことを特徴とする請求項 2 記載のオーディオ復号装置。

【請求項 10】

前記高域成分情報は前記第 1 サブバンド信号の帯域より高い帯域のゲイン情報を含み、

前記帯域拡張手段は、前記ゲイン情報に基づき、前記第 1 サブバンド信号から前記第 2 サブバンド信号を生成し、

前記エイリアシング除去手段は、前記エイリアシング成分を抑制するために、前記検出されたエイリアシング成分の発生度合いと前記ゲイン情報とに基づいて、前記第 2 サブバンド信号のゲインを調整する、ことを特徴とする請求項 9 記載のオーディオ復号装置。

20

【請求項 11】

前記高域成分情報は、前記第 1 サブバンド信号の帯域より高い帯域のエネルギー情報を含み、

前記帯域拡張手段は、前記エネルギー情報から算出したゲイン情報に基づき、前記第 1 サブバンド信号から前記第 2 サブバンド信号を生成し、

前記エイリアシング除去手段は、前記エイリアシング成分を抑制するために、前記検出されたエイリアシング成分の発生度合いと前記ゲイン情報とに基づいて、前記第 2 サブバンド信号のゲインを調整する、ことを特徴とする請求項 9 記載のオーディオ復号装置。

【請求項 12】

前記エイリアシング除去手段は、前記ゲイン調整された複数の第 2 サブバンド信号のエネルギー値の合計値が、前記エネルギー情報によって与えられる、対応する第 2 サブバンド信号のエネルギー値の合計値と等しくなるように、前記第 2 サブバンド信号のゲイン調整を行う、ことを特徴とする請求項 11 に記載のオーディオ復号装置。

30

【請求項 13】

前記帯域拡張手段は、生成した第 2 サブバンド信号に付加信号をさらに付加し、

前記エネルギー情報は、前記第 2 サブバンド信号のエネルギー値 R と、前記エネルギー値 R と前記付加信号のエネルギー値との比 Q を含み、

前記帯域拡張手段は、第 1 サブバンド信号のエネルギー値 E を算出し、対応する前記第 2 サブバンド信号のゲイン g を、前記エネルギー値 R と、前記エネルギー値 E と、前記エネルギー比 Q によって表される付加信号のエネルギー値とから算出する、ことを特徴とする請求項 11 記載のオーディオ復号装置。

40

【請求項 14】

前記第 2 サブバンド信号のゲイン g を、

$$g = \sqrt{R/E/(1+Q)}$$

で算出し、ここで $\sqrt{\quad}$ は平方根演算子である、ことを特徴とする請求項 13 記載のオーディオ復号装置。

【請求項 15】

狭帯域なオーディオ信号の符号化情報を有するビットストリームから広帯域なオーディオ信号を復号するオーディオ復号方法であって、

前記ビットストリームから前記符号化情報を分離するステップと、

50

分離された前記符号化情報から狭帯域なオーディオ信号を復号するステップと、
前記復号された狭帯域なオーディオ信号を複数の第1サブバンド信号に分割するステップと、

少なくとも1つの前記第1サブバンド信号から、前記第1サブバンド信号の帯域より高い帯域の複数の第2サブバンド信号を生成するステップと、

前記第2サブバンド信号に発生するエイリアシング成分を抑制するために、前記第2サブバンド信号のゲインを調整するステップと、

前記第1サブバンド信号と前記第2サブバンド信号とを、実数のフィルタ演算により合成して、広帯域なオーディオ信号を得るステップとを有する、ことを特徴とするオーディオ復号方法。

10

【請求項16】

狭帯域なオーディオ信号の符号化情報を有するビットストリームから広帯域なオーディオ信号を復号するオーディオ復号方法であって、

前記ビットストリームから前記符号化情報を分離するステップと、

分離された前記符号化情報から狭帯域なオーディオ信号を復号するステップと、

前記復号された狭帯域なオーディオ信号を複数の第1サブバンド信号に分割するステップと、

少なくとも1つの前記第1サブバンド信号から、前記第1サブバンド信号の帯域より高い帯域の複数の第2サブバンド信号を生成するステップと、

第2サブバンド信号を生成する前において、前記生成される複数の第2サブバンド信号のエイリアシング成分の発生度合いをそれぞれ検出するステップと、

前記エイリアシング成分を抑制するために、前記検出されたエイリアシング成分の発生度合いに基づいて、生成される前記第2サブバンド信号のゲインを調整するステップと、

前記第1サブバンド信号と前記第2サブバンド信号とを、実数のフィルタ演算により合成して、広帯域なオーディオ信号を得るステップとを有する、ことを特徴とするオーディオ復号方法。

【請求項17】

前記エイリアシング成分は、複素演算を行う合成フィルタバンクによる合成後には抑圧される成分を少なくとも含む、ことを特徴とする請求項16記載のオーディオ復号方法。

30

【請求項18】

前記第1サブバンド信号は低域のサブバンド信号であり、前記第2サブバンド信号は高域のサブバンド信号である、ことを特徴とする請求項16記載のオーディオ復号方法。

【請求項19】

前記エイリアシング成分の発生度合いをそれぞれ検出するステップにおいて、前記複数の第1サブバンド信号の周波数分布の傾きを表すパラメータを用いてエイリアシング成分の発生度合いを検出する、ことを特徴とする請求項18記載のオーディオ復号方法。

【請求項20】

前記エイリアシング成分の発生度合いをそれぞれ検出するステップにおいて、隣接する2つのサブバンドの周波数分布の傾きを表すパラメータを評価し、前記2つのサブバンド間におけるエイリアシング発生度合いを検出する、ことを特徴とする請求項19に記載のオーディオ復号方法。

40

【請求項21】

前記エイリアシング成分の発生度合いをそれぞれ検出するステップにおいて、隣接する3つのサブバンドの周波数分布の傾きを表すパラメータを評価し、前記3つのサブバンド間におけるエイリアシング発生度合いを検出する、ことを特徴とする請求項19に記載のオーディオ復号方法。

【請求項22】

前記周波数分布の傾きを表すパラメータは反射係数である、ことを特徴とする請求項19記載のオーディオ復号方法。

【請求項23】

50

前記ビットストリームは、狭帯域なオーディオ信号の符号化情報と、前記狭帯域を広帯域に拡張する補助情報とを含み、

前記補助情報は、前記第1サブバンド信号の帯域より高い帯域の信号の特徴を示す高域成分情報を含み、

前記分離するステップにおいて、さらに前記ビットストリームから前記補助情報を分離し、

前記複数の第2サブバンド信号を生成するステップにおいて、少なくとも1つの前記第1サブバンド信号と前記補助情報の高域成分情報から、前記第1サブバンド信号の帯域より高い帯域の複数の第2サブバンド信号を生成する、ことを特徴とする請求項16記載のオーディオ復号方法。

10

【請求項24】

前記高域成分情報は前記第1サブバンド信号の帯域より高い帯域のゲイン情報を含み、前記複数の第2サブバンド信号を生成するステップにおいて、前記ゲイン情報に基づき、前記第1サブバンド信号から前記第2サブバンド信号を生成し、

前記ゲインを調整するステップにおいて、前記エイリアシング成分を抑制するために、前記検出されたエイリアシング成分の発生度合いと前記ゲイン情報とに基づいて、前記第2サブバンド信号のゲインを調整する、ことを特徴とする請求項23記載のオーディオ復号方法。

【請求項25】

前記高域成分情報は、前記第1サブバンド信号の帯域より高い帯域のエネルギー情報を含み、

前記複数の第2サブバンド信号を生成するステップにおいて、前記エネルギー情報から算出したゲイン情報に基づき、前記第1サブバンド信号から前記第2サブバンド信号を生成し、

前記ゲインを調整するステップは、前記エイリアシング成分を抑制するために、前記検出されたエイリアシング成分の発生度合いと前記ゲイン情報とに基づいて、前記第2サブバンド信号のゲインを調整する、ことを特徴とする請求項23記載のオーディオ復号方法。

【請求項26】

前記ゲインを調整するステップにおいて、前記ゲイン調整された複数の第2サブバンド信号のエネルギー値の合計値が、前記エネルギー情報によって与えられる、対応する第2サブバンド信号のエネルギー値の合計値と等しくなるように、前記第2サブバンド信号のゲイン調整を行う、ことを特徴とする請求項25に記載のオーディオ復号方法。

【請求項27】

前記第2サブバンド信号を生成するステップにおいて、生成した第2サブバンド信号に付加信号をさらに付加し、

前記エネルギー情報は、前記第2サブバンド信号のエネルギー値Rと、前記エネルギー値Rと前記付加信号のエネルギー値との比Qを含み、

前記第2サブバンド信号を生成するステップにおいて、さらに、第1サブバンド信号のエネルギー値Eを算出し、対応する前記第2サブバンド信号のゲインgを、前記エネルギー値Rと、前記エネルギー値Eと、前記エネルギー比Qによって表される付加信号のエネルギー値とから算出する、ことを特徴とする請求項25記載のオーディオ復号方法。

【請求項28】

前記第2サブバンド信号のゲインgを、

$$g = s \cdot q \cdot r \cdot t \cdot \{R/E/(1+Q)\}$$

で算出し、ここでs・q・r・tは平方根演算子である、ことを特徴とする請求項27記載のオーディオ復号方法。

【請求項29】

請求項15ないし18のいずれか1つに記載のオーディオ復号方法をプログラミング言語を用いて記述したソフトウェア。

50

【請求項 30】

請求項 29 記載のソフトウェアを記録した情報記録媒体。

【発明の詳細な説明】**【技術分野】****【0001】**

本発明は、少ない情報の付加情報を付加することで、狭帯域なオーディオ信号から、広帯域なオーディオ信号を生成するオーディオ帯域拡張システムの復号装置および復号方法に関し、より少ない演算量で高品質のオーディオ信号の復号化を実現する技術に関する。

【背景技術】**【0002】**

10

一般的な音響信号を、少ない情報量で符号化でき、かつ高品質な再生信号を得られる技術として、帯域分割符号化を利用する方法が広く知られている。これは、入力された音響信号を、帯域分割フィルタを用いて複数の周波数帯域の信号（サブバンド信号）に分割するか、もしくはフーリエ変換等の時間-周波数変換を用いて周波数軸の信号に変換した後、周波数軸上で複数の帯域に分割した上で、分割された各帯域に適切な符号化ビット割当を行うことにより、実現されるものである。帯域分割符号化を用いることにより、少ない情報量の符号から高品質な再生信号を得られる理由は、符号化段階において人間の聴覚特性に基づいた処理を行うことができることにある。

【0003】

一般に、人間の聴覚は、10 kHz 程度以上の高い周波数の音に対しては感度が下がり、レベルの低い音は感知されにくくなる。また、周波数マスキングと呼ばれる現象も良く知られており、ある特定の周波数帯域に高いレベルの音が存在する場合、その周辺帯域のレベルの低い音は感知されにくくなる。このような、聴覚的な特性によって感知されにくい部分については、ビット割当を行って符号化を行っても再生信号の品質にはほとんど影響を及ぼさず、符号化の意味をなさない。逆に、聴覚的特性を考慮しないままこの部分に割り当てられていた符号化ビットを、他の聴覚的に敏感な部分に割当て直すことによって、聴覚的に敏感な部分を詳細に符号化し、再生信号の品質を向上することができる。

【0004】

このような帯域分割を利用した符号化の代表例としては、ISO 国際標準規格 MPEG-4 AAC (ISO/IEC 14496-3) があり、96 kbps 程度のビットレートにおいて、16 kHz 以上の広帯域のステレオ信号を高品質に符号化することが可能である。

【0005】

しかしながら、ビットレートを例えば 48 kbps 程度に低下させた場合、高品質に符号化できる帯域は 10 kHz 程度以下となり、聴感的にはこもった感じの音となる。このような帯域制限による音質劣化を補償する方法としては、たとえば、ETSI (European Telecommunication Standards Institute) が勧告する「Digital Radio Mondiale (DRM); System Specification」(ETSI TS 101 980) に記載がある、SBR (Spectral Band Replication) と呼ばれる技術がある。同様の技術は、例えば、AES (Audio Engineering Society) convention paper 5553、5559、5560 (112th Convention 2002, May 10-13 Munich, Germany) においても開示されている。

【0006】

SBR は、AAC 等のオーディオ符号化処理、もしくはそれに準じる帯域制限処理によって失われる高い周波数帯域の信号（高域成分と呼ぶ）を補償することを目的としており、SBR によって補償される帯域よりも低い周波数帯域の信号（低域成分と呼ぶ）については、他の手段を用いて伝送する必要がある。SBR によって符号化された情報には、他の手段を用いて伝送される低域成分を基に、擬似的な高域成分を生成するための情報が含

50

まれており、低域成分に対して、生成される擬似的な高域成分を加算することにより、帯域制限による音質劣化を補償する。

【0007】

図7は、従来のSBRによる帯域拡張をおこなうデコーダの構成例を示す図である。入力ビットストリーム106は、低域成分情報107、高域成分情報108および付加信号情報109に分離される。低域成分情報107は例えばMP EG-4 AAC等の符号化方式を用いて符号化された情報であり、復号され、低域成分を表す時間信号が生成される。生成された低域成分を表す時間信号は分析フィルタバンク103により複数のサブバンドに分割される。分析フィルタバンク103は一般に複素数係数のフィルタバンクであり、分割されたサブバンド信号は複素数信号で表される。帯域拡張手段104は、低域成分を表す低域サブバンド信号を高域のサブバンドにコピーすることによって、帯域制限によって失われた高域成分を補償する。帯域拡張手段104に入力される高域成分情報108には、補償される高域サブバンドに対するゲイン情報が含まれており、生成された高域サブバンドごとにゲインが調整される。帯域拡張手段104において生成された高域サブバンド信号は、低域サブバンド信号と共に合成フィルタバンク105に入力されて帯域合成され、出力信号110が生成される。合成フィルタバンク105には一般的に入力されるサブバンド信号が複素数信号であることから、複素数係数のフィルタバンクが用いられる。

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0008】

上記構成の帯域拡張をおこなうデコーダは、分析フィルタバンクと合成フィルタバンクの2つのフィルタバンクが複素数演算によって実現されているため、復号化処理に必要な演算量が多い。従って、例えばLSIなどで上記構成のデコーダを実現する場合においては、その消費電力が大きくなり、電源容量により再生時間が少なくなるという問題がある。

【0009】

そこで、合成フィルタバンクの出力のうち、実際に出力される復号信号は、実数信号であることから、合成フィルタバンクを実数演算のみを用いて実現するように構成すれば、復号化処理に必要な演算量の削減が可能である。しかしながら、実数演算のみによって実現される合成フィルタバンク（実数係数合成フィルタバンク）は、従来例で用いられる複素数演算によって実現される合成フィルタバンク（複素数係数合成フィルタバンク）と比較して、その特性が異なるため、単に置き換えることはできない。

【0010】

図8(a)～(e)は、複素数係数フィルタバンクおよび実数係数フィルタバンクの特性を示す図である。ある周波数のトーン信号は、図8(a)に示されるような1本の線スペクトルで表現される。このトーン信号201を含む入力信号を、分析フィルタバンクにより複数のサブバンドに分割すると、トーン信号201を示す線スペクトルは、あるサブバンドの信号に含まれることになる。理想的には、例えばmサブバンドに含まれる信号とは、 $m\pi/M$ から $(m+1)\pi/M$ の周波数範囲に含まれる信号のみを示す。

【0011】

しかしながら、実際の分析フィルタバンクでは、帯域分割フィルタの周波数特性にしたがって隣接サブバンドの信号が含まれる。図8(b)は、分析フィルタとして複素数係数のフィルタバンクを用いる場合の例である。この場合、トーン信号201は複素数信号として表現され、実線で示されるmサブバンドの信号203に加えて、破線で示されるm-1サブバンドの信号204にも含まれることになる。ただし、両サブバンドに含まれるトーン信号の周波数軸上での位置は同一である。高域サブバンド信号生成処理では、両サブバンド信号は高域サブバンドにコピーされ、さらに、各サブバンドについてゲイン調整が行われるが、ここで、各サブバンドに対するゲインが異なっていると、各サブバンドに含まれているトーン信号201についても振幅が変化することになる。

【0012】

このトーン信号の振幅変化分は、合成フィルタリング後に信号誤差となって残ることになるが、合成フィルタとして複素数係数のフィルタバンクを用いる従来技術においては、両サブバンド信号におけるトーン信号の周波数軸上の位置が一致しているため、前記信号誤差の影響は、トーン信号201の振幅変化の形でのみ現れる。従って、仮に誤差が発生しても、出力信号の品質に与える影響は比較的小さい。

【0013】

これに対して、合成フィルタとして実数係数のフィルタバンクを用いる場合には、まず、複素数係数分析フィルタによって算出された複素数サブバンド信号を、実数サブバンド信号に変換する必要がある。変換処理の例としては、複素数サブバンド信号の実数軸と虚数軸を($\pi/4$)だけ回転させる処理があり、これは、一般的に良く知られたDFTからDCTを導出する手法と同じである。ただし、この実数サブバンド信号への変換処理では、サブバンドに含まれる信号の形状が変化する。

【0014】

図8(c)は、破線で示される $m-1$ サブバンドの信号の変化を示している。前記実数サブバンド信号への変換処理により、 $m-1$ サブバンドに含まれる信号のスペクトルは、サブバンド境界202を軸として対称となる。従って、元の複素数サブバンド信号に含まれていたトーン信号201に対しては、サブバンド境界202に対して対称の位置にイメージ成分と呼ばれる信号が現れる。このイメージ成分205は、 m サブバンドの信号にも同様に現れ、 $m-1$ サブバンドおよび m サブバンドのゲインが変化しない限りにおいては、合成フィルタリング処理においてお互いがキャンセルし合うため、出力信号には現れない。

【0015】

しかしながら、高域サブバンド信号生成処理において、図8(d)に示されるように、各サブバンドにゲイン差206があると、イメージ成分205が完全にキャンセルされず、エイリアシングと呼ばれる誤差信号として出力信号に現れることになる。エイリアシング成分207は、図8(e)に示されるように、本来信号が存在しない位置(サブバンド境界に対して、元のトーン信号と対称の位置)に現れるため、出力信号の音質に与える影響が大きい。特に、帯域分割フィルタによる減衰量が十分でないサブバンド境界付近にトーン信号が存在する場合、発生するエイリアシング成分の振幅が大きくなり、出力信号の音質を大きく劣化させる要因となる。

【課題を解決するための手段】

【0016】

本発明は、前記問題を鑑みてなされたものであって、実数係数の合成フィルタバンクを使用することによって復号化処理の低演算量化を実現すると共に、エイリアシングの発生を抑え、出力信号の音質を向上させる技術を提供するものである。

【0017】

本発明にかかるオーディオ復号装置は、狭帯域なオーディオ信号の符号化情報を有するビットストリームから広帯域なオーディオ信号を復号するオーディオ復号装置である。

【0018】

本発明の第1の態様において、オーディオ復号装置は、ビットストリームから符号化情報を分離するビットストリーム分離手段と、分離された符号化情報から狭帯域なオーディオ信号を復号する復号手段と、復号された狭帯域なオーディオ信号を複数の第1サブバンド信号に分割する分析フィルタバンクと、少なくとも1つの第1サブバンド信号から、第1サブバンド信号の帯域より高い帯域の複数の第2サブバンド信号を生成する帯域拡張手段と、第2サブバンド信号に発生するエイリアシング成分を抑制するために、第2サブバンド信号のゲインを調整するエイリアシング除去手段と、第1サブバンド信号と第2サブバンド信号とを合成して広帯域なオーディオ信号を得る、実数演算の合成フィルタバンクとを備える。

【0019】

10

20

30

40

50

本発明の第２の態様において、オーディオ復号装置は、ビットストリームから符号化情報を分離するビットストリーム分離手段と、分離された符号化情報から狭帯域なオーディオ信号を復号する復号手段と、復号された狭帯域なオーディオ信号を複数の第１サブバンド信号に分割する分析フィルタバンクと、少なくとも１つの第１サブバンド信号から、第１サブバンド信号の帯域より高い帯域の複数の第２サブバンド信号を生成する帯域拡張手段と、帯域拡張手段により生成される複数の第２サブバンド信号のエイリアシング成分の発生度合いをそれぞれ検出するエイリアシング検出手段と、エイリアシング成分を抑制するために、検出されたエイリアシング成分の発生度合いに基づいて、第２サブバンド信号のゲインを調整するエイリアシング除去手段と、第１サブバンド信号と第２サブバンド信号とを合成して広帯域なオーディオ信号を得る、実数演算の合成フィルタバンクとを備える 10

【発明の効果】

【００２０】

本発明によれば、実数サブバンド信号において、低域サブバンド信号から高域サブバンド信号を生成する過程で、各高域サブバンドに対して適用するゲインの不一致によって生じるエイリアシングの発生を抑制し、エイリアシングによる音質劣化を抑えることができる。

【発明を実施するための最良の形態】

【００２１】

以下、添付の図面を参照し、本発明にかかるオーディオ復号装置及びオーディオ復号方法の実施の形態を説明する。 20

【００２２】

（実施の形態１）

図１は、本発明の実施の形態１における復号装置の構成を示す図である。

復号装置は、ビットストリーム分離手段１０１、低域復号手段１０２、分析フィルタバンク１０３、帯域拡張手段１０４、合成フィルタバンク１０５、エイリアシング除去手段１１３、付加信号生成手段１１１を含む。

【００２３】

ビットストリーム分離手段１０１は入力ビットストリーム１０６を入力し、低域成分情報１０７及び高域成分情報１０８並びに付加信号情報１０９に分離する。低域成分情報１ 30
０７は、例えばＭＰＥＧ－４　ＡＡＣ等の符号化方式を用いて符号化された情報である。低域復号手段１０２は低域成分情報１０７を復号して低域成分を表す時間信号を生成する。

【００２４】

低域復号手段１０２にて生成された低域成分を表す時間信号は、分析フィルタバンク１０３において複数（Ｍ個）のサブバンドに分割され、帯域拡張手段１０４に入力される。分析フィルタバンク１０３は複素数係数のフィルタバンクであり、分割されたサブバンド信号は複素数信号で表される。

【００２５】

帯域拡張手段１０４は、低域成分を表す低域サブバンド信号を高域のサブバンドにコピーすることによって、帯域制限によって失われた高域成分を補償する。ここで、帯域拡張手段１０４に入力される高域成分情報１０８には、補償される高域サブバンドに対するゲイン情報が含まれており、生成された高域サブバンドごとにゲインが調整される。 40

【００２６】

付加信号生成手段１１１は、付加信号情報１０９にしたがってゲイン制御された付加信号１１２を生成し、各高域サブバンド信号に加算する。ここで、付加信号生成手段１１１によって生成される付加信号としては、サイントーン信号やノイズ信号が用いられる。

【００２７】

帯域拡張手段１０４において生成された高域サブバンド信号は、低域サブバンド信号と共に合成フィルタバンク１０５に入力されて帯域合成され、出力信号１１０が生成される 50

。ここで、合成フィルタバンク 105 は実数係数のフィルタバンクである。合成フィルタバンク 105 のサブバンド数は、分析フィルタバンク 103 のサブバンド数と一致していても良い。例えば、図 8 において $N = 2M$ の関係が成り立つとすれば、出力信号のサンプリング周波数は、分析フィルタバンクに入力される時間信号のサンプリング周波数に対して 2 倍となる。

【0028】

上記の構成では、高域成分情報 108 もしくは付加信号情報 109 に含まれる情報は、ゲイン制御に関わる情報のみであるので、スペクトル情報を含む低域成分情報 107 と比較して非常に少ない情報量しか必要としない。したがって、低ビットレートにおいて広帯域の信号を符号化するのに適する。

10

【0029】

図 1 に示す復号装置はさらにエイリアシング除去手段 113 を備えている。エイリアシング除去手段 113 は、高域成分情報 108 を入力し、高域成分情報に含まれるゲイン情報を、実数係数合成フィルタバンク 105 において発生するエイリアシングを抑えるように調整する。帯域拡張手段 104 は、その調整後のゲインを用いて高域サブバンド信号を生成する。

【0030】

以上の構成において、合成フィルタバンク 105 に入力されるサブバンド信号は、実数信号である必要があるが、複素数信号から実数信号への変換は位相回転演算によって容易に実現できるものであり、公知の技術である。

20

【0031】

以下、エイリアシング除去手段 113 の動作について詳細に説明する。

先に説明した様に、合成フィルタバンクとして実数係数のフィルタバンクを用いる場合に、エイリアシングが発生する原因は、高域信号生成の処理過程において、隣接するサブバンド信号が異なるゲインによって調整されることにある。全ての隣接するサブバンド信号に対するゲインを一致させれば、エイリアシング成分を完全に除去することが可能であるが、この場合、高域成分情報として伝送されたゲイン情報が全く反映されず、高域成分のゲイン不一致により、出力信号の品質が低下する。従って、エイリアシング除去手段 113 は、高域成分情報として伝送されたゲイン情報を参照し、エイリアシング成分が聴感上問題にならない程度に減少するように、前記ゲイン情報を調整することによって、エイリアシング成分による音質劣化と共に、高域成分のゲイン不一致による音質劣化も防がなければならない。

30

【0032】

そこで、隣接サブバンド間のゲイン差が大きければ大きいほど、発生するエイリアシング成分が大きくなることに注目し、本実施の形態のエイリアシング除去手段 113 では、隣接サブバンド間のゲイン差に制限を設けることで、発生するエイリアシング成分の大きさを減少させている。

【0033】

例えば、連続する 3 つのサブバンド $m-1$ 、 m 、 $m+1$ に対するゲインをそれぞれ、 $g[m-1]$ 、 $g[m]$ 、 $g[m+1]$ として、全ての m について、以下の関係を満たすように $g[m]$ を調整する。

40

$$g[m] \leq a \cdot g[m-1]$$

$$g[m] \leq a \cdot g[m+1]$$

ここで、 a は隣接するサブバンド間のゲインの比の上限を決定する値であり、例えば、 $a = 2.0$ 程度の値が適当である。また、 a の値としては、全てのサブバンド m に対して同一の値を適用しても良いし、異なるサブバンド m に対しては、異なる値を適用するようにしても良い。例えば、聴感的にエイリアシングの影響が大きい低い周波数サブバンドに対しては、比較的小さな値を適用し、逆に、エイリアシングの影響が小さくなる高い周波数サブバンドに対しては、比較的大きい値を適用する様に構成することができる。

【0034】

50

このようなゲイン調整により、隣接サブバンド間のゲイン差に制限が加えられるので、発生するエイリアシング成分の大きさが抑制され、聴感的な音質が向上する。また、高域成分のサブバンド信号のゲイン分布は、伝送されたゲイン情報に基づくゲイン分布と異なることになるが、影響を受けるサブバンドは、隣接サブバンドとのゲイン比が非常に大きなサブバンドのみであり、かつ、調整後のゲインにおいても、サブバンド間でのゲインの大小関係は維持されるので、高域サブバンド信号のゲイン不一致による音質劣化も抑えられる。

【0035】

なお、ゲイン調整の処理としては、上記の隣接サブバンド間のゲインの比を制限する処理のほかに、複数サブバンドのゲインの平均値を用いてゲインを調整することもできる。 10
一例として、3つのサブバンドのゲインの平均値を用いる例を説明する。高域成分情報として伝送されたサブバンド $m-1$ 、 m 、 $m+1$ のゲインをそれぞれ、 $g[m-1]$ 、 $g[m]$ 、 $g[m+1]$ として、ゲイン調整後のサブバンド m に対するゲイン $g'[m]$ を次式で求めても良い。

$$g'[m] = (g[m-1] + g[m] + g[m+1]) / 3$$

【0036】

または、低い周波数サブバンドから順次ゲイン調整を行う場合には、サブバンド $m-1$ に対する調整後のゲイン $g'[m-1]$ が利用できるので、ゲイン $g'[m]$ を次式で求めても良い。

$$g'[m] = (g'[m-1] + g[m] + g[m+1]) / 3$$

20

【0037】

このようなゲイン調整を行うことにより、サブバンド間のゲイン変動を平滑化し、隣接サブバンド間のゲイン差を小さくすることができるので、エイリアシング成分の発生が抑制され、聴感的な音質が向上する。また、平滑化処理により、高域成分のサブバンド信号のゲイン分布は、伝送されたゲイン情報に基づくゲイン分布と異なることになるが、平滑化処理前のゲイン分布の概形は、平滑化処理後も維持されるため、高域サブバンド信号のゲイン不一致による音質劣化も抑えられる。

【0038】

なお、上記の説明においては、ゲイン平滑化処理として、複数サブバンドのゲインの単純平均を用いたが、各ゲインにあらかじめ定められた重み係数を掛けてから平均値を計算する、重み付け平均を用いても良い。 30

【0039】

また、ゲイン平滑化処理の結果、元のゲインが非常に小さいにも関わらず、平滑化処理後のゲインが大きくなるのを防ぐため、元のゲインがあらかじめ定められたしきい値よりも小さい場合には、平滑化処理を行わず、元のゲインをそのまま使用するようにしても良い。

【0040】

(実施の形態2)

図2は、本発明の実施の形態2における復号装置の構成図である。先に説明した図1に示す構成に対して、新たにエイリアシングが発生する可能性の高いサブバンドを検出する 40
エイリアシング検出手段315を設けている。エイリアシング検出手段315から出力された検出情報316はエイリアシング除去手段313に入力され、その検出情報316に基づき高域成分のゲインが調整される。

【0041】

本実施形態の復号装置の処理は、エイリアシング検出手段315とエイリアシング除去手段313の処理以外は、先に説明した実施の形態1の復号装置の処理と基本的に同じであるので、以下、エイリアシング検出手段315とエイリアシング除去手段313の動作についてのみ詳細に説明する。

【0042】

まず、エイリアシング検出手段315の動作原理を説明する。

50

エイリアシング成分の発生は、実数サブバンド信号を用いる限り、理論的に避けられないが、エイリアシングによる聴感的な音質劣化の度合いは、サブバンド信号に含まれる信号の性質によって大きく異なる。図8を用いて説明したように、エイリアシング成分は、元の信号と異なる位置に発生するが、その発生位置周辺に元々大きな信号が存在していれば、発生したエイリアシング成分の影響はマスキングされ、音質に与える影響は小さくなる。逆に、エイリアシング発生位置周辺が元々信号が存在しない位置であれば、エイリアシング成分のみが聴こえることとなり、音質に与える影響が大きい。従って、エイリアシングが発生する位置周辺の信号強度を検出すれば、エイリアシングの影響がどの程度大きいかを知ることが可能である。

【0043】

10

しかしながら、エイリアシングが発生する位置および、その周辺の元の信号の強度を検出するためには、例えば、フーリエ変換等の周波数変換処理を用いて、サブバンド信号の周波数分布を調べる必要があり、処理に必要な演算量の観点から実用的とはいえない。そこで、サブバンド信号の周波数分布の傾きを表すパラメータを利用して、少ない演算量でエイリアシングの影響の大きさを検出する方法を用いる。まず前提として、サブバンド内で、周波数的に大きな揺らぎを持って分布している信号（ノイズ性の信号）については、仮にエイリアシング成分が発生しても、マスキング現象によってその影響が小さくなるため、考慮しないこととする。

【0044】

周波数的に限定的に分布する信号（トーン性の信号）について、そのトーン信号の存在する位置と発生するエイリアシング成分の関係は、先に図8において説明したとおりであり、サブバンド境界付近にトーン信号が存在する場合にエイリアシングの影響が大きくなる。

【0045】

図3は、トーン信号の位置と、トーン信号を含むサブバンドの周波数分布の傾きを表す図である。図3において、 $m-1$ サブバンドの信号403及び m サブバンドの信号404には、トーン信号401およびそのイメージ402が含まれており、トーン信号401とイメージ402は、サブバンド境界405に対して対称の位置関係にある。

【0046】

トーン信号401がサブバンド境界405付近に存在している場合には、トーン信号401、イメージ402は共に、 $m-1$ サブバンドの高い周波数方向に存在する。従って、 $m-1$ サブバンドの周波数分布406の傾きは正である。ここで、トーン信号401が、サブバンド境界405から高い周波数方向へ離れていくとすると、イメージ402は逆方向（低い周波数方向）へ移動し、結果として、 $m-1$ サブバンドの周波数分布の傾きは次第になだらかとなり、やがて傾きは負へと変化する。同様に、 m サブバンドの周波数分布407の傾きは負から正へと変化する。このことから、 $m-1$ サブバンドの周波数分布の傾きが正で、かつ、 m サブバンドの周波数分布の傾きが負であることが示された場合には、サブバンド境界405付近にトーン信号と、そのイメージが存在していることが予想される。

【0047】

40

少ない演算量で算出することが可能な、サブバンド信号の周波数分布の傾きを表すパラメータとしては、線形予測係数（LPCパラメータ）や反射係数を用いることができる。ここでは、その一例として、次式で求められる1次の反射係数を使用する。

【数1】

$$k1[m] = \frac{-\sum_i \{x(m,i) \cdot x^*(m,i-1)\}}{\sum_i \{x(m,i) \cdot x^*(m,i)\}}$$

ここで、 $x(m,i)$ は m サブバンドの信号を、 i は時間サンプルを表す添え字を、 $x^*(m,i)$ 50

は $x(m, i)$ の共役複素数を、 $k_1[m]$ は m サブバンドの 1 次の反射係数を示す。

【0048】

1 次の反射係数は、周波数分布の傾きが正の場合は正の値、傾きが負の場合には負の値を取るので、 $k_1[m-1]$ が正、 $k_1[m]$ が負となっていれば、 $m-1$ サブバンドと m サブバンドの境界において、エイリアシングが発生する可能性が高いと判定できる。

【0049】

ただし、サブバンド分割フィルタとして、一般的に広く用いられる QMF (Quadrature Mirror Filter) を使用する場合には、フィルタの特性により、偶数サブバンドと奇数サブバンドで周波数分布が反転する。この現象を考慮すると、エイリアシング発生を検出するための条件は次のようになる。

m が偶数の場合： $k_1[m-1] < 0$ かつ $k_1[m] < 0$

m が奇数の場合： $k_1[m-1] > 0$ かつ $k_1[m] > 0$

【0050】

以後、この検出条件を「検出条件 1」という。検出条件 1 は、隣接する 2 サブバンド間においてエイリアシングが発生しているかどうかを検出する条件である。なお、検出条件 1 を用いた場合、 m の偶奇により条件が重ならないことから明らかなように、連続する 2 つのサブバンド m 、 $m+1$ において、エイリアシング発生が連続して検出されることはない。

【0051】

一般に QMF を使用する場合、そのフィルタ形状は、対象とするサブバンドを含めてその両側サブバンド、つまり、合計 3 サブバンドに通過帯域が存在するフィルタ形状が利用されることが多い。この時、例えば、対象サブバンドの中心付近にトーン信号が存在する場合、あるいは、対象サブバンド内の低域と高域の各々にトーン信号が存在する場合、対象サブバンドの両側のサブバンドにイメージ成分が現れる。

【0052】

図 4 (a) または図 4 (b) にサブバンド内の低域と広域のそれぞれにトーン信号が存在する場合の周波数分布の具体的な様子を示す。図 4 (a) では、 $m-1$ サブバンド内の低域と高域の各々にトーン信号 501 と 502 が存在しており、図 4 (b) では、トーン信号 511、512 が存在している。 $m-1$ サブバンドの低域に存在するトーン信号 501、511 のイメージ成分は、 $m-2$ サブバンドにおいてそれぞれ信号 503、513 として現れる。 $m-1$ サブバンドの高域に存在するトーン信号 502、512 のイメージ成分はそれぞれ m サブバンドにおいて信号 504、514 として現れる。

【0053】

$m-1$ サブバンドの周波数分布の傾きは、図 4 (a) の周波数分布 506 と図 4 (b) の周波数分布 516 に示されるように、低域と高域のトーン信号のエネルギー比により定まる。この結果、 $m-1$ サブバンドの反射係数の正負を用いた上述の 2 サブバンド間の検出条件 1 では、3 サブバンド間に渡るエイリアシング発生を検出することができない。一方、 $m-2$ サブバンドと m サブバンドでは、そのイメージ成分により周波数分布の傾きの正負は、 $m-1$ サブバンドにおける低域と高域のトーン信号のエネルギー比によらず、図 4 (a) の周波数分布 505、507、図 4 (b) の周波数分布 515、517 に示されるように安定して定まる。これを利用することにより、 $m-2$ サブバンドと m サブバンドの反射係数を用いて、3 サブバンド間のエイリアシング発生を検出するための条件は以下のようになる。

m が偶数の場合： $k_1[m-2] > 0$ かつ $k_1[m] < 0$

m が奇数の場合： $k_1[m-2] < 0$ かつ $k_1[m] > 0$

以後、この検出条件を「検出条件 2」という。

【0054】

しかしながら、3 サブバンド間に渡るエイリアシング発生が問題となるのは、 $m-2$ サブバンドと m サブバンドにおける周波数分布の傾きが大きい場合であり、検出条件 2 だけでは、誤検出の割合が高くなる。ここで、 $m-2$ サブバンドと m サブバンドにおける周波

数分布の傾きの程度は、 $m-1$ サブバンドにおける低域と高域のトーン信号のエネルギー比に依存して変化する。

【0055】

つまり、 $m-1$ サブバンドにおける低域のトーン信号のエネルギーが高域のトーン信号のエネルギーに比べて小さい場合（図4（a）の場合）、 $m-2$ サブバンドの反射係数 $k_1[m-2]$ の絶対値は、 m サブバンドの反射係数 $k_1[m]$ の絶対値よりも小さな値となる。逆に、 $m-1$ サブバンドにおける低域のトーン信号のエネルギーが高域のトーン信号のエネルギーに比べて大きい場合（図4（b）の場合）、 $m-2$ サブバンドの反射係数 $k_1[m-2]$ の絶対値は、 m サブバンドの反射係数 $k_1[m]$ の絶対値よりも大きな値となる。以後、この特性を「特性1」という。

10

【0056】

したがって、このような特性を鑑みると、 $m-2$ サブバンドと m サブバンドの両者における周波数分布の傾きの度合いを同時に考慮することが望ましい。また、反射係数の絶対値が0から1であることを利用すると、3サブバンド間のエイリアシング発生を検出するための条件は、まず、上記検出条件2を満たし、かつ、以下の条件を満たすことが好ましい。

m が偶数の場合： $k_1[m-2] - k_1[m] > T$

m が奇数の場合： $k_1[m] - k_1[m-2] > T$

ここで、 T はあらかじめ定めたいきい値であり、例えば、 $T=1.0$ 程度の値が望ましい。以後、この検出条件を「検出条件3」という。検出条件3は検出条件2よりも検出範囲が狭くなっている。なお、反射係数の存在領域に関する条件

$$-1 < k_1[m] < 1$$

を考慮すると、検出条件2または検出条件3を用いた場合、連続する3つのサブバンド m 、 $m+1$ 、 $m+2$ において条件が重ならないため、エイリアシングの発生が3サブバンドで連続して検出されることはない。検出条件1と、検出条件2または検出条件3を併用した場合でも、エイリアシング発生が3つのサブバンドに連続して検出されることはない。また、 $m-2$ サブバンドと $m-1$ サブバンドと m サブバンドの反射係数を用いて3サブバンド間に渡るエイリアシング発生を検出条件を設定しても良い。

【0057】

上記の条件を満たすサブバンドの番号は、エイリアシング検出手段315からエイリアシング検出情報316として出力される。エイリアシング除去手段313は、エイリアシング検出情報316によって示されるサブバンドに対してのみゲイン調整を行い、エイリアシングの発生を抑制する。例えば、エイリアシング検出情報316が、検出条件1により2つのサブバンド間におけるエイリアシング発生を表している場合には、ゲインの調整方法としては、 $m-1$ サブバンドと m サブバンドのゲインを一致させても良いし、両サブバンド間のゲイン差もしくはゲイン比をあらかじめ定められた値以下に制限しても良い。両サブバンドのゲインを一致させる場合においては、両サブバンドのゲインのうち、小さい方のゲインに合わせる方法、大きい方のゲインに合わせる方法、両ゲインの中間値（例えば平均値など）に合わせる方法のいずれを用いてもよい。

【0058】

40

さらに、エイリアシング検出手段315における検出洩れを防ぐため、エイリアシング除去手段313において、エイリアシング発生が検出されたサブバンドに対しては、上述のゲインを一致させる手法を用い、その他のサブバンドに対しては、上述のゲイン差もしくはゲイン比をあらかじめ定められた値以下に制限する手法を組合せて用いることができる。

【0059】

また、エイリアシング検出情報316が、例えば、検出条件2または検出条件3により3つのサブバンド間におけるエイリアシング発生を表している場合には、エイリアシング除去手段313におけるゲイン調整方法としては、3サブバンドのゲインを一致させても良い。または、上記の2サブバンド間のゲイン一致手法を $m-2$ から昇順に適用しても良

50

い、つまり、 $m-2$ サブバンドと $m-1$ サブバンドのゲインを一致させた後、その一致させたゲインと m サブバンドのゲインを一致させるようにしても良い。また、逆に、 m サブバンドから降順に2サブバンド間のゲイン一致手法を適用することもできる。また、昇順の2サブバンド間のゲイン一致手法と降順の2サブバンド間のゲイン一致手法を各々適用した後、両者のゲインの中間値としても良い。ここで、2サブバンド間のゲインを一致させる手法としては、両サブバンドのゲインのうち、小さい方のゲインに合わせる方法、大きい方のゲインに合わせる方法、両ゲインの中間値（例えば平均値など）に合わせる方法のいずれも用いることができる。

【0060】

また、上述のゲインを一致させる処理の代わりに、両サブバンド間のゲイン差もしくはゲイン比をあらかじめ定められた値以下に制限しても良い。さらに、エイリアシング検出手段315における検出洩れを防ぐため、エイリアシングが検出されたサブバンドに対しては、上述のゲインを一致させる手法を用い、その他のサブバンドに対しては、上述のゲイン差もしくはゲイン比をあらかじめ定められた値以下に制限する手法を用いてもよい。

【0061】

このような構成とすることにより、エイリアシングが発生し、音質に影響を及ぼすことが想定されるサブバンドについてのみゲインの調整を行い、それ以外のサブバンドについては伝送されたゲインをそのまま使用することができるので、エイリアシングによる音質劣化を防ぐと同時に、ゲインの不一致による音質劣化も抑えることができる。例えば、エイリアシング除去手段313において、上述のゲインを一致させる手法を用いる場合、エイリアシング検出手段315において検出条件1を用いれば、少なくとも2サブバンド単位で伝送されたゲインに調整することができるし、エイリアシング検出手段315において検出条件2または検出条件3を用いれば、少なくとも4サブバンド単位で伝送されたゲインに調整することができる。

【0062】

なお、サブバンド信号の周波数分布の傾きを表すパラメータとしては、時間方向に対して複数のパラメータを算出しておき、それらを平滑化したものを用いても良い。

【0063】

また、実施の形態2において、サブバンド信号の周波数分布の傾きを表すパラメータとして用いる線形予測係数や反射係数が、従来の帯域拡張手段において、中間パラメータとして使用されている場合には、その全部、もしくは、一部分を共有することが可能となるため、処理に必要な演算量を削減することができる。

【0064】

(実施の形態3)

実施の形態2では、エイリアシング検出手段315は、あらかじめ定められたしきい値と各サブバンドの反射係数の値とを比較し、その大小関係によって、エイリアシングの発生／非発生を二値情報として検出した。二値情報による検出では、判定値がしきい値付近で変化する場合において、エイリアシング発生／非発生の検出値が頻繁に変化する。結果として、ゲインの調整／非調整も煩雑に切り換わることとなり、音質に悪影響を及ぼすことになる。

【0065】

本実施形態においては、エイリアシング検出手段315はエイリアシングの発生の度合いを検出する。すなわち、エイリアシングの発生を二値情報ではなく、発生度合いを示す連続値情報として表現し、その値に基づいてゲインを滑らかに調整することにより、調整／非調整の切り換えによるゲインの急激な変化を抑制でき、音質の劣化を抑えることができる。なお、本実施形態のオーディオ復号装置の構成は図2に示す実施の形態2の構成と同様である。

【0066】

エイリアシングの発生度合いを示す値について説明する。

2つのサブバンド間のエイリアシング検出を行う場合において、 m サブバンドのエイリ

10

20

30

40

50

アシング発生度合いを示す値 $d[m]$ として、例えば、以下のような式で算出される値を用いることができる。

i) m が偶数、かつ、 $k_1[m] < q$ 、 $k_1[m-1] < q$ の場合、

$$k_1[m] > k_1[m-1] \text{ ならば、}$$

$$d[m] = (-k_1[m] + q) / p$$

$$k_1[m] \leq k_1[m-1] \text{ ならば、}$$

$$d[m] = (-k_1[m-1] + q) / p$$

ii) m が奇数、かつ、 $k_1[m] > -q$ 、 $k_1[m-1] > -q$ の場合、

$$k_1[m] > k_1[m-1] \text{ ならば、}$$

$$d[m] = (k_1[m-1] + q) / p$$

$$k_1[m] \leq k_1[m-1] \text{ ならば、}$$

$$d[m] = (k_1[m] + q) / p$$

iii) それ以外の場合、

$$d[m] = 0$$

ここで、 p 、 q は、あらかじめ定められたしきい値であり、 $p = q = 0.25$ 程度の値が望ましい。また、 $d[m]$ の上限値は、 $d[m] = 1.0$ に制限することが望ましい。

【0067】

m サブバンドおよび、 $m-1$ サブバンドのゲイン $g[m]$ 、 $g[m-1]$ は、エイリアシング発生度合いを示す値 $d[m]$ を用いて、以下の様に調整される。

$g[m] > g[m-1]$ の場合、

$$g[m] = (1.0 - d[m]) \cdot g[m] + d[m] \cdot g[m-1]$$

$g[m] < g[m-1]$ の場合、

$$g[m-1] = (1.0 - d[m]) \cdot g[m-1] + d[m] \cdot g[m]$$

【0068】

一方、検出条件 2 または検出条件 3 による 3 サブバンド間のエイリアシング検出と、検出条件 1 による 2 サブバンド間のエイリアシング検出を併用して用いる場合、エイリアシング発生度合いを示す値 $d[m]$ は、例えば、以下のような方法により算出できる。

【0069】

まず、全ての m に対して $d[m] = 0.0$ とする。そして、 m に関して昇順に以下の方法を適用して $d[m]$ 、及び $d[m-1]$ を算出する。

【0070】

第 1 に、検出条件 1 を満たす場合、 $d[m] = 1.0$ とする。第 2 に、検出条件 2 または検出条件 3 を満たす場合にのみエイリアシング発生度合い $d[m]$ を以下のように設定する。

i) m が偶数の場合、

$d[m] = 0.0$ ならば、

$$d[m] = (k_1[m-2] - k_1[m] - T) / s$$

$d[m-1] = 0.0$ ならば、

$$d[m-1] = (k_1[m-2] - k_1[m] - T) / s$$

ii) m が奇数の場合、

$d[m] = 0.0$ ならば、

$$d[m] = (k_1[m] - k_1[m-2] - T) / s$$

$d[m-1] = 0.0$ ならば、

$$d[m-1] = (k_1[m] - k_1[m-2] - T) / s$$

ここで、 T 、 s は、あらかじめ定められたしきい値であり、 $T = 0.8$ 、 $s = 0.4$ 程度の値が望ましい。また、 $d[m]$ の上限値は、 $d[m] = 1.0$ に制限することが望ましい。

【0071】

または、エイリアシング発生度合いを示す値 $d[m]$ は以下のような方法によっても算

10

20

30

40

50

出できる。

【0072】

まず、全ての m に対して $d[m] = 0.0$ とする。そして、 m に関して昇順に以下の方法を適用して $d[m]$ 、及び $d[m-1]$ を算出する。

【0073】

第1に、検出条件1を満たす場合、 $d[m] = 1.0$ とする。第2に、検出条件2または検出条件3を満たす場合のみ以下のように $d[m]$ を設定する。

i) m が偶数の場合、

$d[m] = 0.0$ ならば、

$$d[m] = (k1[m-2] - k1[m] - abs(k1[m-1]))$$

10

$d[m-1] = 0.0$ ならば、

$$d[m-1] = (k1[m-2] - k1[m] - abs(k1[m-1]))$$

ii) m が奇数の場合、

$d[m] = 0.0$ ならば、

$$d[m] = (k1[m] - k1[m-2] - abs(k1[m-1]))$$

$d[m-1] = 0.0$ ならば、

$$d[m-1] = (k1[m] - k1[m-2] - abs(k1[m-1]))$$

20

ここで、 $abs()$ は絶対値を表す。

【0074】

エイリアシング発生度合いを示す値 $d[m]$ に応じて3サブバンド間のゲイン調整をする手法として、例えば、上述した昇順の2サブバンド間のゲイン一致手法を用いる場合、 m サブバンドおよび、 $m-1$ サブバンドのゲイン $g[m]$ 、 $g[m-1]$ は、以下の様に調整される。

【0075】

$g[m] > g[m-1]$ の場合、

$$g[m] = (1.0 - d[m]) \cdot g[m] + d[m] \cdot g[m-1]$$

$g[m] < g[m-1]$ の場合、

$$g[m-1] = (1.0 - d[m]) \cdot g[m-1] + d[m] \cdot g[m]$$

30

【0076】

以上のようにして得られるエイリアシング発生度合いを示す値 $d[m]$ を用いてゲインを調整することにより、エイリアシングの発生・非発生の二値情報に従ってゲインを調整する場合に生じる、ゲイン調整の切り換えによる音質の劣化を抑えることができる。

【0077】

さらに、図4(a)、(b)を用いて説明した特性1を鑑みると、連続するサブバンド間に存在する複数のエイリアシング歪みを低減する際に、本特性1を利用してエイリアシング発生度合いを示す値 $d[m]$ を算出し、ゲイン調整することもできる。

【0078】

40

つまり、図4(a)の場合、 m サブバンドにおけるイメージ成分は、 $m-2$ サブバンドのイメージ成分よりも振幅が大きいため、エイリアシング発生程度としては、 m サブバンドの方が $m-2$ サブバンドよりも大きい。逆に、図4(b)の場合は、 $m-2$ サブバンドの方が m サブバンドよりもエイリアシング発生程度が大きい。したがって、この特性を考慮してエイリアシング発生度合い $d[m]$ を設定することにより、エイリアシング歪みをその程度に応じて低減することが可能となる。この特性に基づく、エイリアシング発生度合いの設定として、例えば、次式を用いることができる。

$$d[m] = 1 - k1[m-1] \cdot k1[m-1]$$

または、

$$d[m] = 1 - abs(k1[m-1])$$

50

【0079】

上記の設定方法は、 $k_1[m-1] = 0$ の時にエイリアシング発生度合いが1（あるいは最大値）となるので望ましい。何故ならば、図4（a）、（b）における $m-1$ サブバンド内の低域トーンと高域トーンの振幅が同じ場合、 $m-1$ サブバンドの周波数分布の傾きはなくなる、つまり、反射係数 $k_1[m-1]$ が0となる上に、 $m-2$ サブバンドと m サブバンドに発生するイメージ成分の大きさは同じであり、両者のエイリアシング発生度合いも同じにする必要があるからである。

【0080】

次に、特性1を利用した優先度に応じてエイリアシング発生度合いを示す値 $d[m]$ を算出する方法の例を以下に示す。なお、本例は、検出条件2または検出条件3による3サブバンド間のエイリアシング検出と、検出条件1による2サブバンド間のエイリアシング検出を併用して用いる場合である。

【0081】

まず、エイリアシング発生度合いを示す値 $d[m]$ を次式で求める。

i) m が偶数の場合、

$k_1[m] < 0$ 、かつ、 $k_1[m-1] < 0$ ならば、

$d[m] = S$ 、

$k_1[m] < 0$ 、かつ、 $k_1[m-1] < 0$ 、かつ、 $k_1[m-2] > 0$ ならば、

$d[m-1] = 1 - k_1[m-1] \cdot k_1[m-1]$ 、

$k_1[m] < 0$ 、かつ、 $k_1[m-1] \geq 0$ 、かつ、 $k_1[m-2] > 0$ ならば、

$d[m] = 1 - k_1[m-1] \cdot k_1[m-1]$

ii) m が奇数の場合、

$k_1[m] > 0$ 、かつ、 $k_1[m-1] > 0$ ならば、

$d[m] = S$ 、

$k_1[m] > 0$ 、かつ、 $k_1[m-1] > 0$ 、かつ、 $k_1[m-2] < 0$ ならば、

$d[m-1] = 1 - k_1[m-1] \cdot k_1[m-1]$ 、

$k_1[m] > 0$ 、かつ、 $k_1[m-1] \leq 0$ 、かつ、 $k_1[m-2] < 0$ ならば、

$d[m] = 1 - k_1[m-1] \cdot k_1[m-1]$

iii) それ以外の場合、

$d[m] = 0$

ここで、 S はあらかじめ定められた値であり、 $S = 1.0$ 程度の値が望ましい。なお、 S の値は、対象とするサブバンド内の反射係数の値を用いて適応的に設定しても良い。

【0082】

エイリアシング発生度合いを示す値 $d[m]$ に応じて3サブバンド間のゲイン調整をする手法として前述した手法と同様にして、例えば、上述した昇順の2サブバンド間のゲイン一致手法を用いる場合、 m サブバンドおよび、 $m-1$ サブバンドのゲイン $g[m]$ 、 $g[m-1]$ を以下の様に調整できる。

$g[m] > g[m-1]$ の場合、

$g[m] = (1.0 - d[m]) \cdot g[m] + d[m] \cdot g[m-1]$

$g[m] < g[m-1]$ の場合、

$g[m-1] = (1.0 - d[m]) \cdot g[m-1]$

$+ d[m] \cdot g[m]$

【0083】

なお、エイリアシング発生度合いを示す値 $d[m]$ としては、エイリアシング発生時の最大ゲイン調整量と非発生時の最小ゲイン調整量とを、エイリアシング発生度合いに従って滑らかに変化させる指標となるものであれば、いかなる値を用いても良い。

【0084】

また、エイリアシング発生度合いを示す値 $d[m]$ としては、時間方向に対して複数のエイリアシング発生度合いを示す値を算出しておき、それらを平滑化したものを用いても良い。

【0085】

(実施の形態4)

図5は、実施の形態4における復号装置の構成図である。本実施形態における復号装置の構成は、先に説明した図2に示す実施の形態2、3の復号装置の構成に対し、エイリアシング検出手段に、分析フィルタバンク103からの低域サブバンド信号617に加えて、ビットストリーム分離手段101からの高域成分情報108を入力するように構成した点が異なる。

【0086】

このような構成とすることにより、エイリアシング検出手段615は低域サブバンド信号617と、高域成分情報108に含まれるゲイン情報との両方を用いてエイリアシング検出処理を行う。

【0087】

先に説明したように、エイリアシングの発生が問題となるのは、隣接するサブバンド間のゲイン差が大きい場合である。また、エイリアシングが発生する位置付近において、本来の信号のレベルが低ければ、エイリアシング成分のみが聴こえることとなり、音質を大きく低下させる要因となる。

【0088】

そこで、このような事象を考慮し、本実施形態では、エイリアシング検出手段615は、まず、高域成分情報108のゲイン情報を参照して、隣接サブバンド間のゲイン差が所定値より大きなサブバンドを検出し、検出したサブバンドに対して、そのコピー元となる低域サブバンド信号を参照して、各低域サブバンドのレベルを評価する。低域サブバンドレベルの評価の結果、あるサブバンドについて、隣接するサブバンドとのレベル差が所定のしきい値以上であれば、そのサブバンドはエイリアシングの発生が予想されるバンドであると判断する。各サブバンドのレベルを表す指標としては、例えば、サブバンド信号のエネルギー、最大振幅、振幅和、振幅平均値などを用いることができる。

【0089】

エイリアシング検出手段615は、上記の条件を満たすサブバンドの番号をエイリアシング検出情報616として出力する。エイリアシング除去手段613は、エイリアシング検出情報616によって示されるサブバンドに対してのみゲインの調整を行い、エイリアシングの発生を抑制する。

【0090】

ゲインの調整方法としては、隣接サブバンドのゲインを一致させても良いし、両サブバンド間のゲイン差もしくはゲイン比をあらかじめ定められた値以下に制限しても良い。また、両サブバンドのゲインを一致させる場合においては、両サブバンドのゲインのうち、小さい方のゲインに合わせる方法、大きい方のゲインに合わせる方法、両ゲインの中間値、例えば平均値などに合わせる方法のいずれも用いることができる。

【0091】

さらに、エイリアシング検出手段615における検出洩れを防ぐため、エイリアシングが検出されたサブバンドに対しては、上述のゲインを一致させる手法を用い、その他のサブバンドに対しては、上述のゲイン差もしくはゲイン比をあらかじめ定められた値以下に制限する手法を組合せて用いることができる。

【0092】

このような構成とすることにより、エイリアシングが発生し、音質に影響を及ぼすことが想定されるサブバンドに対してのみゲインの調整を行い、それ以外のサブバンドについては伝送されたゲインをそのまま使用することができるので、エイリアシングによる音質劣化を防ぐと同時に、ゲインの不一致による音質劣化も抑えることができる。

【0093】

(実施の形態5)

前述の実施の形態1から4で説明したオーディオ復号装置では、高域成分情報に高域サブバンドのゲイン情報が含まれており、そのゲイン情報を直接調整することを前提として

いる。しかしながら、ゲイン情報の伝送方法としては、ゲイン情報を直接伝送する他に、高域サブバンドの復号後のエネルギー値を伝送する方法がある。この場合、復号化処理において、復号後のエネルギー値と、コピー元となる低域サブバンドのエネルギー値との比を取ることでゲイン情報を得るが、そのためには、エイリアシング除去処理を行う前に、高域サブバンド信号のゲインを算出する処理が必要となる。本実施形態では、高域サブバンドの復号後のエネルギー値を伝送する、ゲイン情報の伝送方法に対応したオーディオ復号装置を説明する。

【0094】

図6に本実施形態のオーディオ復号装置の構成図を示す。同図に示すようにオーディオ復号装置は、実施の形態1の構成に加えて、エイリアシング除去処理を行う前に高域サブバンド信号のゲインを算出する処理を行なうゲイン算出手段718をさらに有する。 10

【0095】

この構成において、高域サブバンドのゲインを復号するために伝送される情報108は、例えば、復号後の高域サブバンドのエネルギー値Rと、そのエネルギー値Rと付加信号によって加えられるエネルギーの比Qとの2つである。また、ゲイン算出手段718は、本来、帯域拡張手段104の一部として動作していたゲイン算出部のみを取り出したものである。ゲイン算出手段718は、前述のエネルギー値R及びエネルギー比Qの2つの値と、低域サブバンド信号617のエネルギー値Eとから、高域サブバンドに対するゲインgを算出する。

$$g = \text{sqrt} (R/E / (1+Q))$$
 20
ここで、sqrtは平方根演算を表す。

【0096】

以上の様に算出された各サブバンドのゲイン情報719は他の高域成分情報とともにエイリアシング除去手段713に送られ、実施の形態1において説明したエイリアシング除去処理が行われる。なお、付加信号生成手段711には、ゲイン情報720が付加信号情報とともに送信される。このような構成とすることによって、高域サブバンドのゲインの代わりに、高域サブバンドのエネルギー値が伝送される場合においても、本発明のエイリアシング除去手段を適用することができる。

【0097】

実施の形態2ないし実施の形態4についても同様に、エイリアシング除去処理を行う前に高域サブバンド信号のゲインを算出し、算出された高域サブバンドのゲインを、エイリアシング除去手段113へ入力するような構成を取ることで、高域サブバンドのエネルギー値が伝送される場合においても、本発明のエイリアシング除去手段を適用することができる。 30

【0098】

なお、上記構成においては、低域サブバンド信号のエネルギーを利用することができるので、例えば、ゲインgの2サブバンド間の調整処理は次のように行なうことができる。

【0099】

まず、m-1およびmサブバンドの調整前のゲインを、それぞれg[m-1]、g[m]、対応する低域サブバンド信号のエネルギーを、E[m-1]、E[m]として、ゲイン調整前のm-1とmサブバンドのエネルギーの合計Et[m]を算出する。 40

【0100】

$$E_t[m] = g[m]^2 \cdot E[m] + g[m-1]^2 \cdot E[m-1]$$

算出した合計値Et[m]を目標エネルギーとし、その目標エネルギーを得るために必要な、基準エネルギー（低域サブバンド信号のエネルギー）に対するゲインを求める。ゲインは、目標エネルギーと基準エネルギーの比の平方根で表されるので、m-1サブバンドとmサブバンドの平均ゲインGt[m]は次式で算出される。

$$G_t[m] = \text{sqrt} (E_t[m] / (E[m] + E[m-1]))$$

【0101】

算出された平均ゲインGt[m]と、mサブバンドに対するエイリアシング発生度合い 50

を示す値 $d[m]$ とを用いて、調整後の m サブバンドのゲイン g' を算出する。

【0102】

$$g'[m] = d[m] \cdot G_t[m] + (1.0 - d[m]) \cdot g[m]$$

このゲイン調整によって、 m サブバンドのエネルギーが変化する。 $m-1$ サブバンドと m サブバンドのエネルギーの合計 $E_t[m]$ を変化させない様にするためには、 $m-1$ サブバンドのエネルギーは $E_t[m]$ から m サブバンドのエネルギーを減算したものであることから、調整後の $m-1$ サブバンドのゲイン $g'[m-1]$ を次式で算出すればよい。

$$g'[m-1] =$$

$$\sqrt{(E_t[m] - g'[m]^2 \cdot E[m]) / E[m-1]}$$

【0103】

以上で説明したように、 $m-1$ および m サブバンドのゲインを調整すれば、ゲイン調整前の $m-1$ サブバンドと m サブバンドのエネルギー合計と、ゲイン調整後の $m-1$ サブバンドと m サブバンドのエネルギー合計は一致する。つまり、2 サブバンドのエネルギー合計を変化させずに各サブバンドのゲインを調整することができるので、ゲイン調整に伴うエネルギー変化によって引き起こされる音質劣化を防ぐことができる。

【0104】

さらに、前述の $m-1$ および m サブバンドのエネルギー合計 $E_t[m]$ は、それぞれのサブバンドに対応する低域サブバンドからコピーされる信号のみから算出される値であり、エネルギー比 Q によって表される、付加信号によって加えられるエネルギー成分は含まれない。したがって、付加信号に影響されることなく、低域サブバンドからコピーされるサブバンド信号のエネルギー分布を保持することができるので、音質の劣化を防ぐことができる。

【0105】

なお、3 サブバンド間で上記の調整処理を行う場合、ゲインを一致させるサブバンド l ($l = m-2, m-1, m$) のそれぞれに対して、 $g[l]^2 \cdot E[l]$ を算出し、これらの合計値を $E_t[m]$ とする。そして、2 サブバンド間の調整処理と同様にして、平均ゲイン $G_t[m]$ を次式で算出し、ゲイン調整処理は対象とするサブバンドのゲインを $G_t[m]$ に一致させれば良い。

$$G_t[m] = \sqrt{E_t[m] / (E[m-2] + E[m-1] + E[m])}$$

なお、ゲイン調整の対象となるサブバンド数が4以上の場合も同様である。

【0106】

また、エイリアシング除去手段 113 の説明で述べたように、2 サブバンド間のゲイン調整処理を、昇順または降順に適用しても良い。

【0107】

あるいは、2 サブバンド以上でエイリアシング発生度合い $d[m]$ を用いてゲインを調整する場合には、次のような構成をとることもできる。例えば、3 サブバンドでゲインを調整するとして、ゲインを調整する $m-2, m-1, m$ サブバンドのそれぞれに対してエネルギーを算出し、これらの合計値を $E_t[m]$ とする。

$$E_t[m] = g[m-2]^2 \cdot E[m-2] + g[m-1]^2 \cdot E[m-1] + g[m]^2 \cdot E[m]$$

この合計値 $E_t[m]$ を用いて、平均ゲインの2乗値 $G_2t[m]$ を次式で算出する。

【0108】

$$G_2t[m] = E_t[m] / (E[m-2] + E[m-1] + E[m])$$

$G_2t[m]$ を用いて、対象となるサブバンド $l = m-2, m-1, m$ のゲインは以下のように一時的に算出される。なお、本例では、ゲインはその2乗値を用いて補間される。

【0109】

$$g_2[l] = f[l] \cdot G_2t[m] + (1.0 - f[l]) \cdot g[l]^2$$

ここで、 $f[l]$ は、 $d[l]$ と $d[l+1]$ のうち大きい方の値である。この一時的なゲイン $g_2[l]$ を用いた場合の合計エネルギー $E't[m]$ は、

$$E't[m] = g_2[m-2] \cdot E[m-2]$$

$+ g^2 [m-1] \cdot E [m-1] + g^2 [m] \cdot E [m]$
 となる。さらに、合計エネルギー $E' [m]$ は前述の合計エネルギー $E [m]$ と一致する
 とは限らない。したがって、ゲイン調整により合計エネルギーが変化しないようにするため
 には、対象となるサブバンド l ($l = m-2, m-1, m$) の調整後のゲイン $g' [l]$
 を、

$$g' [l] = \sqrt{b \cdot g^2 [l]}$$

$$b = E [m] / E' [m]$$

とすれば良い。ゲイン調整の対象となるサブバンド数が2、もしくは、4以上の場合も同様に構成できる。

【0110】

以上の方法でゲインを調整すれば、2サブバンド以上でエイリアシング発生度合い $d [m]$
 を用いてゲインを調整する場合にも、前述の2サブバンドでゲイン調整する場合と同
 様に、ゲイン調整前のエネルギー合計と、ゲイン調整後のエネルギー合計は一致する。つまり
 、エネルギー合計を変化させずに各サブバンドのゲインを調整することができるので、ゲイ
 ン調整に伴うエネルギー変化によって引き起こされる音質劣化を防ぐことができる。また、
 前述の2サブバンドでゲイン調整する場合と同様に、付加信号に影響されることも無い。

【0111】

なお、前述の実施の形態で説明したオーディオ復号装置の構成は、分析フィルタバンク
 103の出力である複素数の低域サブバンド信号が、帯域拡張手段104において、実数
 の低域サブバンド信号に変換され、高域サブバンド信号が実数演算によって生成される場
 合にも適用できる。また、エイリアシング検出処理を、帯域拡張手段104にて変換され
 た実数の低域サブバンド信号に対して行っても良い。いずれの場合においても、本発明の
 オーディオ復号装置の構成、および、処理方法を変更することなく、処理される信号を複
 素数信号から実数信号に換える、すなわち、複素数信号の虚数部が0である信号とする、
 ことにより実現することができる。このような構成を取ることにより、実数演算を用いる
 ことによって、帯域拡張手段104の演算量を削減できると同時に、生成され
 た実数の高域サブバンド信号に対してエイリアシング除去処理を行うことができるので、
 エイリアシングによる音質劣化を抑えることができる。

【0112】

また、前述の実施の形態で説明したオーディオ復号装置の構成は、分析フィルタバンク
 103が実数係数のフィルタバンクとして構成されている場合にも適用できる。実数係数
 分析フィルタバンク103により帯域分割されたサブバンド信号は実数信号であるため、
 複素数信号を変換して実数信号を得る場合と同様に、高域サブバンド信号生成時のエイ
 リアシングが問題となる。したがって、前述の実施の形態のいずれかに記載のオーディオ復
 号装置の構成を用いることによって、エイリアシング発生を抑制し、エイリアシングによ
 る音質劣化を抑えることができる。この構成においては、復号化処理のすべてが実数演算
 により行われるので、演算量を大きく削減することができる。

【0113】

また、前述の実施の形態で説明したオーディオ復号装置の処理は所定のプログラミング
 言語で記述されたソフトウェアにより実現できる。そのようなソフトウェアはコンピュー
 タ読みとり可能な情報記録媒体に記録することができる。

【0114】

本発明は、特定の実施形態について説明されてきたが、当業者にとっては他の多くの変
 形例、修正、他の利用が明らかである。それゆえ、本発明は、ここでの特定の開示に限定
 されず、添付の請求の範囲によってのみ限定され得る。

【0115】

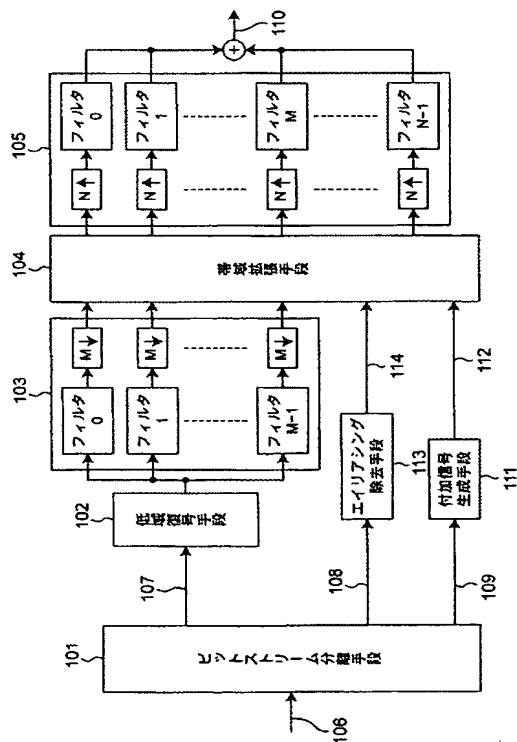
なお、本出願は日本国特許出願、特願2002-300490号(2002年10月1
 5日提出)に関連し、それらの内容は参照することにより本文中に組み入れられる。

【図面の簡単な説明】

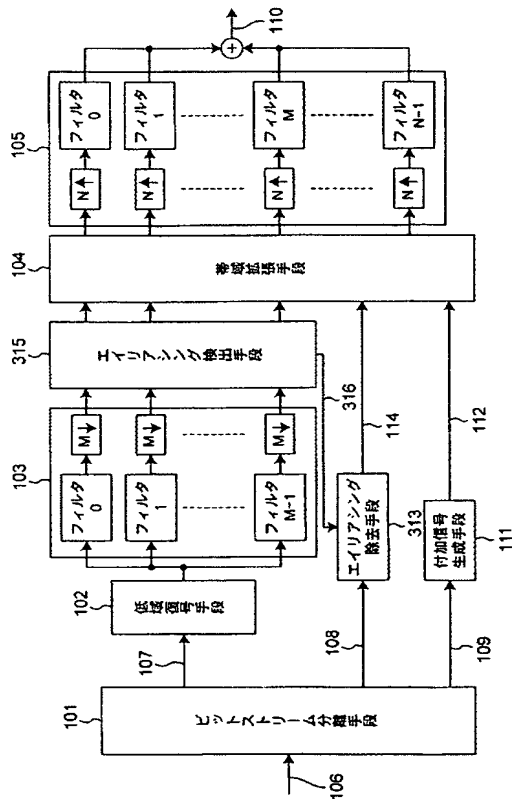
【0116】

- 【図1】 本発明のオーディオ復号装置の構成の一例を示す図（実施の形態1）
 【図2】 本発明のオーディオ復号装置の構成の一例を示す図（実施の形態2）
 【図3】 本発明のオーディオ復号装置においてエイリアシングの検出方法の一例を示す図
 【図4】 本発明のオーディオ復号装置においてエイリアシングの検出方法を説明した図
 【図5】 本発明のオーディオ復号装置の構成の一例を示す図（実施の形態4）
 【図6】 本発明のオーディオ復号装置の構成の一例を示す図（実施の形態5）
 【図7】 従来のオーディオ復号装置の構成の一例を示す図
 【図8】 エイリアシング成分発生の原因を説明した図

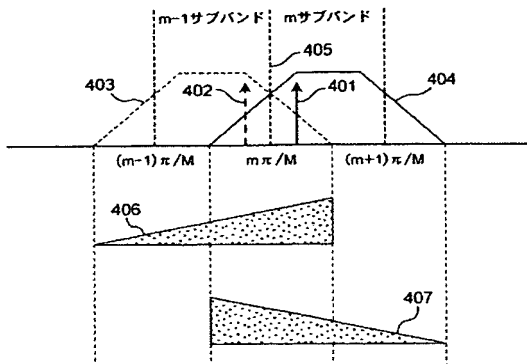
【図1】



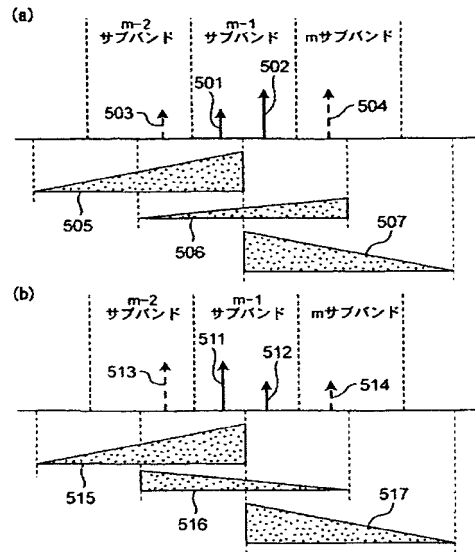
【図2】



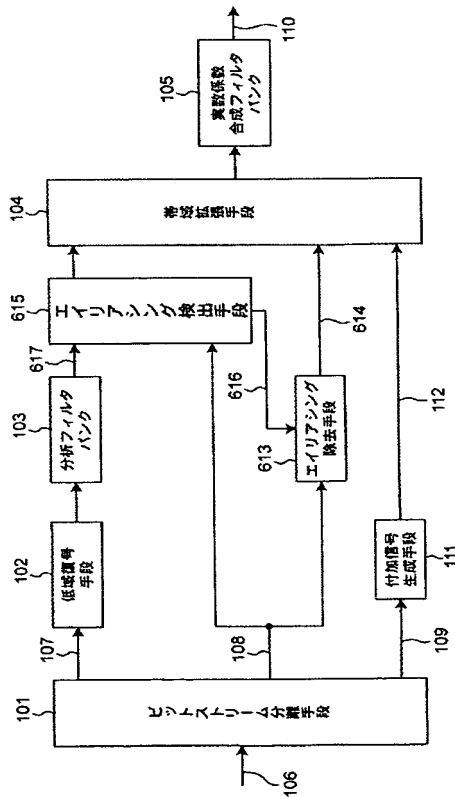
【図 3】



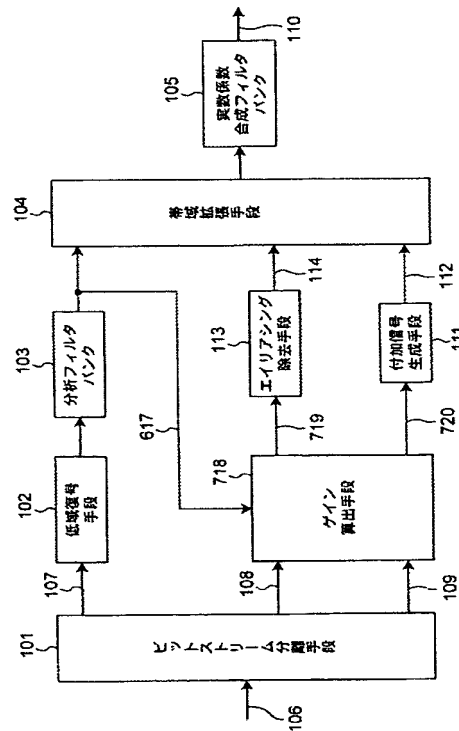
【図 4】



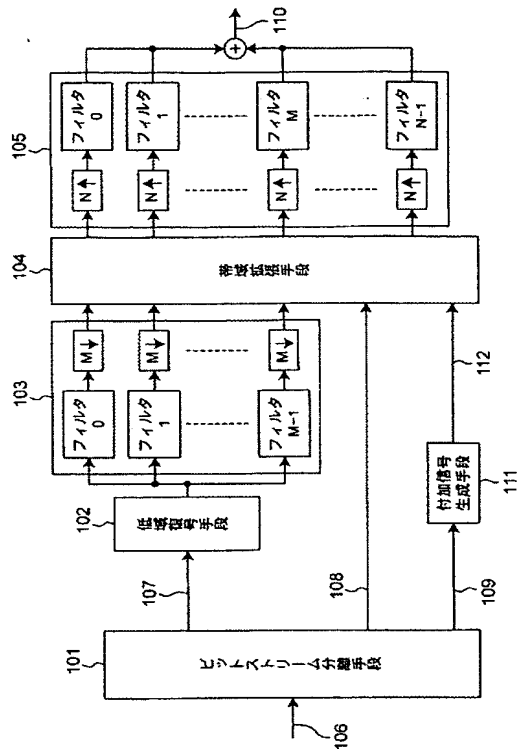
【図 5】



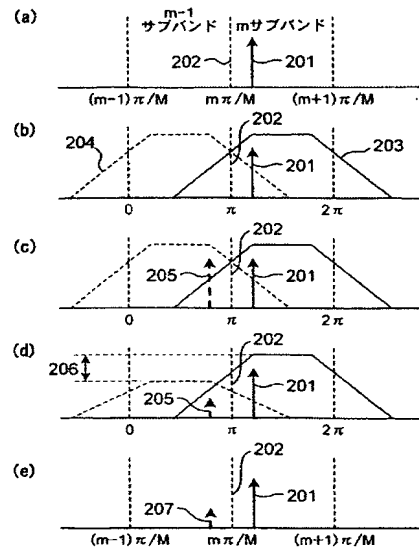
【図 6】



【図 7】



【図 8】



【手続補正書】

【提出日】平成16年12月1日(2004.12.1)

【手続補正 1】

【補正対象書類名】特許請求の範囲

【補正対象項目名】全文

【補正方法】変更

【補正の内容】

【特許請求の範囲】

【請求項 1】

狭帯域なオーディオ信号の符号化情報を有するビットストリームから広帯域なオーディオ信号を復号するオーディオ復号装置であって、

前記ビットストリームから前記符号化情報を分離するビットストリーム分離手段と、

分離された前記符号化情報から狭帯域なオーディオ信号を復号する復号手段と、

前記復号された狭帯域なオーディオ信号を複数のサブバンド信号から構成される第1サブバンド信号に分割する分析フィルタバンクと、

前記第1サブバンド信号から、前記第1サブバンド信号の帯域より高い帯域の複数のサブバンド信号から構成される第2サブバンド信号を生成する帯域拡張手段と、

前記第2サブバンド信号のサブバンド信号に発生するエイリアシング成分を抑制するように、前記第2サブバンド信号のサブバンド信号のエイリアシングの度合いに基づいてゲインを調整するエイリアシング除去手段と、

前記第1サブバンド信号と前記第2サブバンド信号とを合成して広帯域なオーディオ信号を得る、実数演算の合成フィルタバンクとを備える、ことを特徴とするオーディオ復号装置。

【請求項 2】

狭帯域なオーディオ信号の符号化情報を有するビットストリームから広帯域なオーディオ

オ信号を復号するオーディオ復号装置であって、

前記ビットストリームから前記符号化情報を分離するビットストリーム分離手段と、
分離された前記符号化情報から狭帯域なオーディオ信号を復号する復号手段と、

前記復号された狭帯域なオーディオ信号を複数のサブバンド信号から構成される第1サブバンド信号に分割する分析フィルタバンクと、

前記第1サブバンド信号から、前記第1サブバンド信号の帯域より高い帯域の複数のサブバンド信号から構成される第2サブバンド信号を生成する帯域拡張手段と、

前記帯域拡張手段により生成される前記第2サブバンド信号のサブバンド信号のエイリアシングの度合いをそれぞれ検出するエイリアシング検出手段と、

前記エイリアシングの度合いに基づいて、前記第2サブバンド信号のサブバンド信号のゲインを調整するエイリアシング除去手段と、

前記第1サブバンド信号と前記第2サブバンド信号とを合成して広帯域なオーディオ信号を得る、実数演算の合成フィルタバンクとを備える、ことを特徴とするオーディオ復号装置。

【請求項3】

前記エイリアシング成分は、複素演算を行う合成フィルタバンクによる合成後には抑圧される成分を少なくとも含む、ことを特徴とする請求項2記載のオーディオ復号装置。

【請求項4】

前記第1サブバンド信号は低域のサブバンド信号であり、前記第2サブバンド信号は高域のサブバンド信号である、ことを特徴とする請求項2記載のオーディオ復号装置。

【請求項5】

前記エイリアシング検出手段は、前記第1サブバンド信号のサブバンド信号の周波数分布の傾きを表すパラメータを用いてエイリアシング成分の度合いを検出する、ことを特徴とする請求項4記載のオーディオ復号装置。

【請求項6】

前記エイリアシング検出手段は、隣接する2つのサブバンド信号の周波数分布の傾きを表すパラメータを評価し、前記2つのサブバンド信号間におけるエイリアシングの度合いを検出する、ことを特徴とする請求項5に記載のオーディオ復号装置。

【請求項7】

前記エイリアシング検出手段は、隣接する3つのサブバンド信号の周波数分布の傾きを表すパラメータを評価し、前記3つのサブバンド間におけるエイリアシングの度合いを検出する、ことを特徴とする請求項5に記載のオーディオ復号装置。

【請求項8】

前記周波数分布の傾きを表すパラメータは反射係数である、ことを特徴とする請求項5記載のオーディオ復号装置。

【請求項9】

前記ビットストリームは、狭帯域なオーディオ信号の符号化情報と、前記狭帯域を広帯域に拡張する補助情報とを含み、

前記補助情報は、前記第1サブバンド信号の帯域より高い帯域の信号の特徴を示す高域成分情報を含み、

前記ビットストリーム分離手段はさらに前記ビットストリームから前記補助情報を分離し、

前記帯域拡張手段は、前記第1サブバンド信号と前記補助情報の高域成分情報から、前記第1サブバンド信号の帯域より高い帯域の複数のサブバンド信号から構成される第2サブバンド信号を生成する、ことを特徴とする請求項2記載のオーディオ復号装置。

【請求項10】

前記高域成分情報は前記第1サブバンド信号の帯域より高い帯域のゲイン情報を含み、

前記帯域拡張手段は、前記ゲイン情報に基づき、前記第1サブバンド信号から前記第2サブバンド信号を生成し、

前記エイリアシング除去手段は、前記エイリアシング成分を抑制するために、前記検出

されたエイリアシング成分の度合いと前記ゲイン情報とに基づいて、前記第2サブバンド信号のサブバンド信号のゲインを調整する、ことを特徴とする請求項9記載のオーディオ復号装置。

【請求項11】

前記高域成分情報は、前記第1サブバンド信号の帯域より高い帯域のエネルギー情報を含み、

前記帯域拡張手段は、前記エネルギー情報から算出したゲイン情報に基づき、前記第1サブバンド信号から前記第2サブバンド信号を生成し、

前記エイリアシング除去手段は、前記エイリアシング成分を抑制するために、前記検出されたエイリアシング成分の度合いと前記ゲイン情報とに基づいて、前記第2サブバンド信号のサブバンド信号のゲインを調整する、ことを特徴とする請求項9記載のオーディオ復号装置。

【請求項12】

前記エイリアシング除去手段は、前記ゲイン調整された前記第2サブバンド信号のエネルギー値の合計値が、前記エネルギー情報によって与えられる、対応する第2サブバンド信号のエネルギー値の合計値と等しくなるように、前記第2サブバンド信号のサブバンド信号のゲイン調整を行う、ことを特徴とする請求項11に記載のオーディオ復号装置。

【請求項13】

前記帯域拡張手段は、生成した前記第2サブバンド信号に付加信号をさらに付加し、

前記エネルギー情報は、前記第2サブバンド信号のエネルギー値Rと、前記エネルギー値Rと前記付加信号のエネルギー値との比Qを含み、

前記帯域拡張手段は、前記第1サブバンド信号のエネルギー値Eを算出し、対応する前記第2サブバンド信号のゲインgを、前記エネルギー値Rと、前記エネルギー値Eと、前記エネルギー比Qによって表される付加信号のエネルギー値とから算出する、ことを特徴とする請求項11記載のオーディオ復号装置。

【請求項14】

前記第2サブバンド信号のゲインgを、

$$g = s \cdot q \cdot r \cdot t \cdot \{R/E/(1+Q)\}$$

で算出し、ここでs q r tは平方根演算子である、ことを特徴とする請求項13記載のオーディオ復号装置。

【請求項15】

狭帯域なオーディオ信号の符号化情報を有するビットストリームから広帯域なオーディオ信号を復号するオーディオ復号方法であって、

前記ビットストリームから前記符号化情報を分離するステップと、

分離された前記符号化情報から狭帯域なオーディオ信号を復号するステップと、

前記復号された狭帯域なオーディオ信号を複数のサブバンド信号から構成される第1サブバンド信号に分割するステップと、

前記第1サブバンド信号から、前記第1サブバンド信号の帯域より高い帯域の複数のサブバンド信号から構成される第2サブバンド信号を生成するステップと、

前記第2サブバンド信号のサブバンド信号に発生するエイリアシング成分を抑制するように、前記第2サブバンド信号のサブバンド信号のエイリアシングの度合いに基づいてゲインを調整するステップと、

前記第1サブバンド信号と前記第2サブバンド信号とを、実数のフィルタ演算により合成して、広帯域なオーディオ信号を得るステップとを有する、ことを特徴とするオーディオ復号方法。

【請求項16】

狭帯域なオーディオ信号の符号化情報を有するビットストリームから広帯域なオーディオ信号を復号するオーディオ復号方法であって、

前記ビットストリームから前記符号化情報を分離するステップと、

分離された前記符号化情報から狭帯域なオーディオ信号を復号するステップと、

前記復号された狭帯域なオーディオ信号を複数のサブバンド信号から構成される第1サブバンド信号に分割するステップと、

前記第1サブバンド信号から、前記第1サブバンド信号の帯域より高い帯域の複数のサブバンド信号から構成される第2サブバンド信号を生成するステップと、

第2サブバンド信号を生成する前において、前記生成される複数の第2サブバンド信号のサブバンド信号のエイリアシングの度合いをそれぞれ検出するステップと、

前記エイリアシングの度合いに基づいて、前記第2サブバンド信号のサブバンド信号のゲインを調整するステップと、

前記第1サブバンド信号と前記第2サブバンド信号とを、実数のフィルタ演算により合成して、広帯域なオーディオ信号を得るステップとを有する、ことを特徴とするオーディオ復号方法。

【請求項17】

前記エイリアシング成分は、複素演算を行う合成フィルタバンクによる合成後には抑圧される成分を少なくとも含む、ことを特徴とする請求項16記載のオーディオ復号方法。

【請求項18】

前記第1サブバンド信号は低域のサブバンド信号であり、前記第2サブバンド信号は高域のサブバンド信号である、ことを特徴とする請求項16記載のオーディオ復号方法。

【請求項19】

前記エイリアシング成分の度合いをそれぞれ検出するステップにおいて、前記第1サブバンド信号のサブバンド信号の周波数分布の傾きを表すパラメータを用いてエイリアシング成分の度合いを検出する、ことを特徴とする請求項18記載のオーディオ復号方法。

【請求項20】

前記エイリアシング成分の度合いをそれぞれ検出するステップにおいて、隣接する2つのサブバンド信号の周波数分布の傾きを表すパラメータを評価し、前記2つのサブバンド信号間におけるエイリアシングの度合いを検出する、ことを特徴とする請求項19に記載のオーディオ復号方法。

【請求項21】

前記エイリアシング成分の度合いをそれぞれ検出するステップにおいて、隣接する3つのサブバンド信号の周波数分布の傾きを表すパラメータを評価し、前記3つのサブバンド信号間におけるエイリアシングの度合いを検出する、ことを特徴とする請求項19に記載のオーディオ復号方法。

【請求項22】

前記周波数分布の傾きを表すパラメータは反射係数である、ことを特徴とする請求項19記載のオーディオ復号方法。

【請求項23】

前記ビットストリームは、狭帯域なオーディオ信号の符号化情報と、前記狭帯域を広帯域に拡張する補助情報とを含み、

前記補助情報は、前記第1サブバンド信号の帯域より高い帯域の信号の特徴を示す高域成分情報を含み、

前記分離するステップにおいて、さらに前記ビットストリームから前記補助情報を分離し、

前記複数の第2サブバンド信号を生成するステップにおいて、前記第1サブバンド信号と前記補助情報の高域成分情報から、前記第1サブバンド信号の帯域より高い帯域の複数のサブバンド信号から構成される第2サブバンド信号を生成する、ことを特徴とする請求項16記載のオーディオ復号方法。

【請求項24】

前記高域成分情報は前記第1サブバンド信号の帯域より高い帯域のゲイン情報を含み、

前記複数の第2サブバンド信号を生成するステップにおいて、前記ゲイン情報に基づき、前記第1サブバンド信号から前記第2サブバンド信号を生成し、

前記ゲインを調整するステップにおいて、前記エイリアシング成分を抑制するために、

前記検出されたエイリアシング成分の度合いと前記ゲイン情報とに基づいて、前記第2サブバンド信号のサブバンド信号のゲインを調整する、ことを特徴とする請求項23記載のオーディオ復号方法。

【請求項25】

前記高域成分情報は、前記第1サブバンド信号の帯域より高い帯域のエネルギー情報を含み、

前記複数の第2サブバンド信号を生成するステップにおいて、前記エネルギー情報から算出したゲイン情報に基づき、前記第1サブバンド信号から前記第2サブバンド信号を生成し、

前記ゲインを調整するステップは、前記エイリアシング成分を抑制するために、前記検出されたエイリアシング成分の度合いと前記ゲイン情報とに基づいて、前記第2サブバンド信号のサブバンド信号のゲインを調整する、ことを特徴とする請求項23記載のオーディオ復号方法。

【請求項26】

前記ゲインを調整するステップにおいて、前記ゲイン調整された複数の第2サブバンド信号のエネルギー値の合計値が、前記エネルギー情報によって与えられる、対応する第2サブバンド信号のエネルギー値の合計値と等しくなるように、前記第2サブバンド信号のサブバンド信号のゲイン調整を行う、ことを特徴とする請求項25に記載のオーディオ復号方法。

【請求項27】

前記第2サブバンド信号を生成するステップにおいて、生成した前記第2サブバンド信号に付加信号をさらに付加し、

前記エネルギー情報は、前記第2サブバンド信号のエネルギー値Rと、前記エネルギー値Rと前記付加信号のエネルギー値との比Qを含み、

前記第2サブバンド信号を生成するステップにおいて、さらに、前記第1サブバンド信号のエネルギー値Eを算出し、対応する前記第2サブバンド信号のゲインgを、前記エネルギー値Rと、前記エネルギー値Eと、前記エネルギー比Qによって表される付加信号のエネルギー値とから算出する、ことを特徴とする請求項25記載のオーディオ復号方法。

【請求項28】

前記第2サブバンド信号のゲインgを、

$$g = \sqrt{R/E/(1+Q)}$$

で算出し、ここで $\sqrt{\quad}$ は平方根演算子である、ことを特徴とする請求項27記載のオーディオ復号方法。

【請求項29】

請求項15ないし18のいずれか1つに記載のオーディオ復号方法をプログラミング言語を用いて記述したプログラム。

【請求項30】

請求項29記載のプログラムを記録した情報記録媒体。

【手続補正2】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0018

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0018】

本発明の第1の態様において、オーディオ復号装置は、ビットストリームから符号化情報を分離するビットストリーム分離手段と、分離された符号化情報から狭帯域なオーディオ信号を復号する復号手段と、復号された狭帯域なオーディオ信号を複数のサブバンド信号から構成される第1サブバンド信号に分割する分析フィルタバンクと、第1サブバンド信号から、第1サブバンド信号の帯域より高い帯域の複数のサブバンド信号から構成される第2サブバンド信号を生成する帯域拡張手段と、第2サブバンド信号のサブバンド信号

に発生するエイリアシング成分を抑制するように、第2サブバンド信号のサブバンド信号のエイリアシングの度合いに基づいてゲインを調整するエイリアシング除去手段と、第1サブバンド信号と第2サブバンド信号とを合成して広帯域なオーディオ信号を得る、実数演算の合成フィルタバンクとを備える。

【手続補正3】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0019

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0019】

本発明の第2の態様において、オーディオ復号装置は、ビットストリームから符号化情報を分離するビットストリーム分離手段と、分離された符号化情報から狭帯域なオーディオ信号を復号する復号手段と、復号された狭帯域なオーディオ信号を複数の複数のサブバンド信号から構成される第1サブバンド信号に分割する分析フィルタバンクと、第1サブバンド信号から、第1サブバンド信号の帯域より高い帯域の複数のサブバンド信号から構成される第2サブバンド信号を生成する帯域拡張手段と、帯域拡張手段により生成される第2サブバンド信号のサブバンド信号のエイリアシングの度合いをそれぞれ検出するエイリアシング検出手段と、エイリアシングの度合いに基づいて、第2サブバンド信号のゲインを調整するエイリアシング除去手段と、第1サブバンド信号と第2サブバンド信号とを合成して広帯域なオーディオ信号を得る、実数演算の合成フィルタバンクとを備える。

【国際調査報告】

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

 International Application No.
PCT/JP 03/11601

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER IPC 7 G10L21/02 H04B1/66 G10L19/02		
According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC		
B. FIELDS SEARCHED Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols) IPC 7 G10L H04B		
Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched		
Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used) EP0-Internal, PAJ, WPI Data, IBM-TDB, INSPEC, COMPENDEX		
C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	EP 0 488 504 A (JAPAN OPTO ELECTRONICS CO LTD) 3 June 1992 (1992-06-03) abstract	30
A	WO 02 41301 A (CODING TECHNOLOGIES SWEDEN AB ;KJOERLING KRISTOFER (SE); EKSTRAND) 23 May 2002 (2002-05-23) page 9, line 25 - line 30 page 3, line 12 - line 23; figure 9	1-30
A	WO 00 45379 A (KJOERLING KRISTOFER ;EKSTRAND PER (SE); HENN FREDRIK (SE); LILJERY) 3 August 2000 (2000-08-03) page 2, line 20 - line 29 page 7, line 9 - line 18	1-30
-/-		
<input checked="" type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of box C. <input checked="" type="checkbox"/> Patent family members are listed in annex.		
* Special categories of cited documents: "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance "E" earlier document but published on or after the international filing date "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified) "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed "T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention "X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone "Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art "B" document member of the same patent family		
Date of the actual completion of the international search 12 January 2004		Date of mailing of the international search report 20/01/2004
Name and mailing address of the ISA European Patent Office, P.B. 5616 Patentkan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel: (+31-70) 340-2040, TX 31 651 epo nl Fax: (+31-70) 340-3016		Authorized officer De Vos, L

Form PCT/ISA/210 (second sheet) (July 1992)

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No.

PCT/JP 03/11601

C. (Continuation) DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	NAKATOH Y ET AL: "GENERATION OF BROADBAND SPEECH FROM NARROWBAND SPEECH USING PIECEWISE LINEAR MAPPING" 5TH EUROPEAN CONFERENCE ON SPEECH COMMUNICATION AND TECHNOLOGY. EUROSPEECH '97. RHODES, GREECE, SEPT. 22 - 25, 1997, EUROPEAN CONFERENCE ON SPEECH COMMUNICATION AND TECHNOLOGY. (EUROSPEECH), GRENoble: ESCA, FR, vol. 3 OF 5, 22 September 1997 (1997-09-22), pages 1643-1646, XP001045142 abstract; figures 1,2 paragraph '0002!	1, 2, 15, 16, 29
A	JP 09 101798 A (MATSUSHITA ELECTRIC IND CO LTD) 15 April 1997 (1997-04-15) abstract	1, 2, 15, 16, 29

Form PCT/ISA/210 (continuation of second sheet) (July 1992)

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International Application No.
PCT/JP 03/11601

Patent document cited in search report		Publication date	Patent family member(s)	Publication date
EP 0488504	A	03-06-1992	JP 4206035 A EP 0488504 A1 US 5212563 A	28-07-1992 03-06-1992 18-05-1993
WO 0241301	A	23-05-2002	AU 1449602 A EP 1342230 A1 WO 0241301 A1 US 2002087304 A1	27-05-2002 10-09-2003 23-05-2002 04-07-2002
WO 0045379	A	03-08-2000	AU 2585600 A AU 2585700 A BR 0009138 A CN 1408109 T EP 1157374 A2 JP 2002536679 T WO 0045378 A2 WO 0045379 A2	18-08-2000 18-08-2000 27-11-2001 02-04-2003 28-11-2001 29-10-2002 03-08-2000 03-08-2000
JP 09101798	A	15-04-1997	JP 2956548 B2 DE 69619284 D1 DE 69619284 T2 EP 0732687 A2 US 5978759 A	04-10-1999 28-03-2002 10-10-2002 18-09-1996 02-11-1999

フロントページの続き

(31)優先権主張番号 特願2002-300490(P2002-300490)

(32)優先日 平成14年10月15日(2002.10.15)

(33)優先権主張国 日本国(JP)

(81)指定国 AP(GH,GM,KE,LS,MW,MZ,SD,SL,SZ,TZ,UG,ZM,ZW),EA(AM,AZ,BY,KG,KZ,MD,RU,TJ,TM),EP(AT, BE,BG,CH,CY,CZ,DE,DK,EE,ES,FI,FR,GB,GR,HU,IE,IT,LU,MC,NL,PT,RO,SE,SI,SK,TR),OA(BF,BJ,CF,CG,CI,CM,GA, GN,GQ,GW,ML,MR,NE,SN,TD,TG),AE,AG,AL,AM,AT,AU,AZ,BA,BB,BG,BR,BY,BZ,CA,CH,CN,CO,CR,CU,CZ,DE,DK,DM,DZ, EC,EE,EG,ES,FI,GB,GD,GE,GH,GM,HR,HU,ID,IL,IN,IS,JP,KE,KG,KR,KZ,LC,LK,LR,LS,LT,LU,LV,MA,MD,MG,MK,MN,M W,MX,MZ,NI,NO,NZ,OM,PG,PH,PL,PT,RO,RU,SC,SD,SE,SG,SK,SL,SY,TJ,TM,TN,TR,TT,TZ,UA,UG,US,UZ,VC,VN,YU,ZA ,ZM,ZW

(72)発明者 嶋田 修
東京都港区芝五丁目7番1号 日本電気株式会社内

(72)発明者 津島 峰生
大阪府交野市妙見坂5-5-302

(72)発明者 則松 武志
兵庫県神戸市北区西山2-12-27

(72)発明者 コク セン・チョン
シンガポール689527シンガポール、チャオ・チュ・カン・ノース7、ナンバー03-06、
リージェント・グローブ50番

(72)発明者 キム ハン・クア
シンガポール760145シンガポール、ナンバー04-43、イシュン・ストリート11番、ブ
ロック145

(72)発明者 スア ホン・ネオ
シンガポール530959シンガポール、ナンバー06-284、ホーガン・ストリート91番、
ブロック959

(72)発明者 野村 俊之
東京都港区芝五丁目7番1号 日本電気株式会社内

(72)発明者 高見沢 雄一郎
東京都港区芝五丁目7番1号 日本電気株式会社内

(72)発明者 芹沢 昌宏
東京都港区芝五丁目7番1号 日本電気株式会社内

Fターム(参考) 5D045 DA00

53064 AA01 BC11 BC18 BD03